

THESE DE DOCTORAT

préparée à l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech)

pour obtenir le grade de

Docteur de l'Institut agronomique vétérinaire et forestier de France

Spécialité : Sciences sociales

École doctorale n° 581

Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (ABIES)

par

Francesca FAGANDINI-RUIZ

**Distribution des parents sauvages du quinoa cultivé
en lien avec les pratiques et usages des communautés andines
dans la région de Puno au Pérou**

Directeur de thèse : Didier BAZILE

Thèse présentée et soutenue à Montpellier, le 09 janvier 2019 :

Composition du jury :

Mme Geneviève CORTES, Professeur des Universités, Université Paul-Valéry Montpellier 3
M. Stefano PADULOSI, Chercheur, Italie, Bioversity International
Mme Pascale MAÏZI, Maître de conférences, Montpellier SupAgro, Institut des régions chaudes
M. Johan MICHAUX, Professeur, Belgique, Université de Liège
Mme Christine RAIMOND, Directrice de recherche, CNRS, UMR 8586 PRODIG
Mme Geneviève CORTES, Professeur des Universités, Université Paul-Valéry Montpellier 3
M. Didier BAZILE, Chercheur, Cirad, Montpellier

Présidente
Rapporteur
Rapporteuse
Examineur
Examinatrice
Examinatrice
Directeur de thèse



Village de Yuraccachi -
Agricultrice sur le chemin du
travail vers la *chacra*.



Village d'Huancho - Le petit Max
attend avec impatience le retour
des enfants de l'école.



Village de Yuraccachi -
Une agricultrice
prépare ses animaux
pour les emmener au pâturage.

Remerciements

Cette thèse a été conduite de l'automne 2014 à l'automne 2018 dans le cadre d'un accueil au Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement - <https://www.cirad.fr/>) au sein l'unité de recherche GREEN (Gestion des ressources renouvelables et environnement - <https://ur-green.cirad.fr/>). Cette thèse a été menée sous la direction de Didier Bazile.

Elle a été financée principalement par une bourse d'étude chilienne à travers le projet CONICYT PAI/INDUSTRIA 79090016 de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT, Commission nationale de la recherche scientifique et technologique au Chili - <http://www.conicyt.cl/>). Le travail de terrain de l'année 2015 a été financé grâce à la contribution de l'Ecole doctorale ABIES (Agriculture, Alimentation, Biologie, Environnement, Santé - <http://www2.agroparistech.fr/abies/>) par une bourse de Mobilité doctorale. Le travail de terrain de l'année 2016 a été financé grâce à la contribution de l'Institut des Amériques via l'Aide à la Recherche Doctorale (www.institutdesameriques.fr/fr). Le Cirad, par un accueil physique dans ses laboratoires, ainsi que l'unité de recherche GREEN par des compléments aux financements extérieurs, ont contribué financièrement pour que la thèse puisse se dérouler dans les meilleures conditions possibles au travers de fonds propres de l'unité, de contribution via des projets en cours et d'action incitatives Cirad pour appuyer les doctorants du Sud.

J'ai entrepris ce travail de recherche à partir de mon mémoire de Master 2 en ethnologie (Université Montpellier 3, France - <https://www.univ-montp3.fr/fr>) mais il est également fortement imprégné de ma formation antérieure en Géographie conduite au Chili (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, www.pucv.cl/). Ce profil m'a offert une plus grande capacité d'adaptation pour répondre à une demande d'interdisciplinarité du sujet et explique également les méthodologies géographiques et ethnographiques mobilisées dans ce travail de recherche.

Pour ce travail, je tiens d'abord à remercier Didier Bazile pour avoir proposé un sujet de thèse aussi passionnant, pour soutenir l'idée de l'interdisciplinarité en la pratiquant lui-même, pour ses conseils, le suivi régulier de mon travail, ses relectures patientes et constructives. Didier, je te remercie pour la confiance et le soutien que tu m'as accordé

depuis que l'on s'est connu, il y a déjà 10 ans, au Chili. La passion avec laquelle tu as partagé tes connaissances et expériences à l'Institut de Géographie au Chili a forgé en moi une curiosité intellectuelle et mon goût pour la recherche.

Ce travail de thèse n'a pu être réalisé que grâce à l'accueil des communautés andines à Puno au Pérou. Je les remercie de m'avoir accueillie chez elles, de m'avoir fait confiance, de m'avoir permis de les accompagner dans leurs tâches journalières et d'avoir partagé avec moi leurs savoirs.

Je remercie aussi Marco Meneses Catacora, ingénieur agronome, pour son accueil chaleureux à l'Agence Agraire de Puno et pour avoir facilité mon introduction sur le terrain.

Je remercie également Vanesse Labeyrie, chercheuse à l'unité GREEN du Cirad, pour son aide et pour avoir veillé au bon déroulement de mes analyses statistiques sur la partie ethnobotanique. Merci pour le temps et l'amitié. Echanger avec toi m'a permis de retourner à mon bureau avec un moral plus solide.

Un grand merci à Cécile Fovet-Rabot, éditrice au Cirad, pour son aide précieuse et son engagement lors de la dernière étape de cette thèse. Cécile, je ne sais pas comment te remercier d'avoir mis à ma disposition, avec enthousiasme, ta précision dans la relecture de l'intégralité du manuscrit.

Je remercie les membres du comité de thèse de l'honneur qu'ils me font d'être associés à ce travail, pour leur accompagnement, leurs critiques et conseils afin d'améliorer la qualité du travail.

Je remercie Aurélie Botta, directrice de l'unité de recherche GREEN, pour son accueil au sein de son équipe, où j'ai eu le privilège de forger des liens auprès de personnes dont les qualités humaines et scientifiques ont enrichi considérablement mon parcours. Merci à toute l'équipe pour tous les moments partagés, qu'ils soient de réflexion ou de détente, ils m'ont beaucoup appris et apporté. Un spécial remerciement à Nathalie Rovis, pour m'avoir aidée à gérer les différentes contraintes administratives que j'ai pu rencontrer pendant ces quatre années, rendant ainsi mon travail de thèse plus agréable.

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de l'école doctorale ABIES, pour toutes les facilités mises en œuvre pour l'aboutissement de ce travail.

Durant la réalisation de cette recherche, j'ai bénéficié du soutien précieux, souvent inconditionnel et toujours généreux de ma famille. Je vous dois réconfort et encouragements depuis le début. Un immense merci à mes parents et mes deux frères sans lesquels je n'aurais pu parcourir tout ce chemin. Pour votre soutien sans limite, pour les nombreux temps en skype partagés et vos paroles d'amour. Merci bien sûr à ma grand-mère Ita, modèle de force et sagesse de femme que j'admire tellement, pour m'avoir soutenue à distance et ne pas me laisser tomber.

Mes amis, que je considère partie de ma famille, je vous remercie tous pour votre aide et votre amour, grâce à vous j'ai pu rester forte sur toutes les péripéties expérimentées pendant ces années. Merci Mamadi, pour toutes tes attentions, qu'elles soient affectueuses, culinaires ou « orthographiques ». Ma dernière année de thèse est devenue beaucoup plus agréable dès que j'ai fait ta rencontre.

Je voudrais remercier Lucas, mon fils, pour ta présence merveilleuse à mes côtés depuis le début de cette thèse. Je te remercie pour ta bonne humeur (même à 4 000 mètres d'altitude !) et pour être mon compagnon d'aventures et d'esprit. Ces pages sont le fruit de la force que tu m'as transmise à travers tes sourires et ton amour au quotidien.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux de loin ou de près qui ont apporté une contribution dans la réussite de ce travail de thèse et que je n'ai pas cités.

Crédits photographiques

Les photographies illustrant cette thèse ont été prises par l'auteure, sauf celles pour lesquelles une source différente est précisée dans la légende des figures.

Table des matières

REMERCIEMENTS	1
TABLE DES MATIERES	4
LISTE DES FIGURES.....	7
LISTE DES TABLEAUX	13
RESUMES / ABSTRACTS.....	15
 <u>INTRODUCTION GENERALE</u>	 <u>21</u>
 <u>1. ETAT DE L'ART : LIENS ENTRE GEOGRAPHIE, BIODIVERSITE, DOMESTICATION ET GESTION DES RESSOURCES GENETIQUES VEGETALES.....</u>	 <u>26</u>
1.1. LA GEOGRAPHIE ET LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE	26
1.2. UNE NOUVELLE CRISE DE LA BIODIVERSITE ?	29
1.3. LA CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES VEGETALES : EVOLUTION DES CONCEPTS ET DES ACTIONS 33	
1.4. L'AGROBIODIVERSITE, UN CONCEPT NE DE LA SECURITE ALIMENTAIRE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE	36
1.5. LES ESPECES SAUVAGES APPARENTES AUX PLANTES CULTIVEES (<i>CROP WILD RELATIVES, CWR</i>), IMMENSE SOURCE DE POTENTIEL GENETIQUE.....	40
1.6. LA DOMESTICATION DES ESPECES ET LES CENTRES D'ORIGINE DES PLANTES CULTIVEES.....	43
 <u>2. LE PEROU ET LE QUINOA, EMBLEMATIQUES DES GRANDS ENJEUX ACTUELS DE BIODIVERSITE ET D'AGRICULTURE.....</u>	 <u>47</u>
2.1. LES SYSTEMES AGRAIRES DE MONTAGNE DANS LES HAUTES ANDES PERUVIENNES.....	47
2.2. LA CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES AU PEROU, PILIER ECONOMIQUE ET CULTUREL	50
2.3. LE QUINOA, <i>CHENOPODIUM QUINOA</i> WILLD., ET LES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES	57
 <u>3. PROBLEMATIQUE DE LA THESE : UN OBJECTIF SOUS-TENDU PAR TROIS QUESTIONS</u>	 <u>65</u>
3.1. LE CONTEXTE ACTUEL PERUVIEN	65
3.2. LES TROIS QUESTIONS CLES POSEES PAR LA THESE.....	68

4. METHODOLOGIE.....	71
4.1. CHOIX DES VILLAGES D'ETUDE ET DES PERIODES D'ENQUETE	71
4.2. INTRODUCTION AUX METHODES DE RECHERCHE PARTICIPATIVE : DES APPROCHES ADAPTEES AUX QUESTIONS POSEES PAR CETTE THESE	77
4.3. ORIENTATION METHODOLOGIQUE APPROPRIEE A NOTRE TERRAIN : CARTOGRAPHIE PARTICIPATIVE ET METHODES ETHNOBOTANIQUES	80
4.4. METHODOLOGIE DE CARTOGRAPHIE PARTICIPATIVE	81
4.5. APPLICATION DE METHODES QUALITATIVES EN ETHNOGRAPHIE	97
4.6. LA MODELISATION CHOREMATIQUE POUR REPRESENTER L'AGROECOSYSTEME ANDIN	113
5. RESULTATS	120
5.1. CARTOGRAPHIE PARTICIPATIVE : LES CARTES A DIRE D'ACTEURS.....	120
5.2. ENTRETIENS ET OBSERVATION PARTICIPANTE : CONNAISSANCES ET USAGES DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE	149
5.3. MODELISATION CHOREMATIQUE	190
6. DISCUSSION ET PERSPECTIVES.....	209
6.1. INTRODUCTION A LA DISCUSSION : VUE D'ENSEMBLE, DE L'ENJEU AUX RESULTATS	209
6.2. PERCEPTION PAR LES ACTEURS DE LA PRESENCE ET DE LA DISTRIBUTION DES ESPECES : UN INDICATEUR PERFORMANT DE L'ETAT DE L'AGROECOSYSTEME	211
6.3. LES ENTRETIENS ETHNOBOTANIQUES MONTRENT UNE VISION TRES SYSTEMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT ANDIN, MAIS QUI POURRAIT SE PERDRE	215
6.4. LES CHOREMES METTENT EN VALEUR DES CHANGEMENTS QUALITATIFS, TEMPORELS ET SOCIO-SPATIAUX 219	
CONCLUSION GENERALE	222
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	224
ANNEXE 1 - PRODUCTION DE QUINOA CULTIVE PAR DEPARTEMENT PRODUCTEUR AU PEROU, 2016-2017, EN MILLIERS DE TONNES PAR AN.....	237

<u>ANNEXE 2 - PHOTOGRAPHIES DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE ET DES TYPES DE QUINOA, UTILISEES LORS DES ENTRETIENS (PHOTOS-QUESTIONNAIRES)</u>	<u>238</u>
<u>ANNEXE 3 - NUMERISATION ET GEO-REFERENCEMENT DES ELEMENTS PHYSIQUES REPRESENTES DANS LES CARTES A DIRE D'ACTEURS (UNE CARTE PAR VILLAGE)</u>	<u>246</u>
<u>ANNEXE 3.1. VILLAGE D'URANI (NORD ET PROCHE DU LAC)</u>	<u>246</u>
<u>ANNEXE 3.2. VILLAGE D'HUANCHO (NORD ET PROCHE DU LAC)</u>	<u>247</u>
<u>ANNEXE 3.3. VILLAGE DE SAN JUAN DE DIOS (NORD ET LOIN DU LAC)</u>	<u>248</u>
<u>ANNEXE 3.4. VILLAGE DE VIZALLANI (CENTRE ET PROCHE DU LAC)</u>	<u>249</u>
<u>ANNEXE 3.5. VILLAGE D'HUATAQUITA (CENTRE ET LOIN DU LAC)</u>	<u>250</u>
<u>ANNEXE 3.6. VILLAGE DE YURACCACHI (SUD ET PROCHE DU LAC)</u>	<u>251</u>
<u>ANNEXE 4 - GUIDE ET QUESTIONNAIRE D'ENTRETIEN</u>	<u>252</u>
<u>ANNEXE 4.1. CONTEXTE DE LA PERSONNE ENQUETEE</u>	<u>252</u>
<u>ANNEXE 4.2. DISTRIBUTION DES ESPÈCES PERÇUES DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE EN LIEN AVEC L'ESPACE VÉCU DES PERSONNES ENQUÊTÉES</u>	<u>253</u>
<u>ANNEXE 4.3. FACTEURS DÉTERMINANTS DES DÉCISIONS DE GESTION DES ESPÈCES</u>	<u>253</u>
<u>ANNEXE 4.4. DÉFINITION D' ACTIONS POUR MAINTENIR LES ESPÈCES</u>	<u>254</u>
<u>ANNEXE 5 – LE TABLEAU DES 28 CHOREMES DE BASE, PAR ROGER BRUNET (1980).....</u>	<u>255</u>
<u>ANNEXE 6 - PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE. CARTES PAR VILLAGE ET PAR FACTEUR (ALTITUDE, DISTANCE A L'EAU, DISTANCE AUX PARCELLES DE QUINOA ET D'AUTRES CULTURES).....</u>	<u>256</u>
<u>ANNEXE 6.1. VILLAGE D'URANI.....</u>	<u>256</u>
<u>ANNEXE 6.2. VILLAGE D'HUANCHO.....</u>	<u>267</u>
<u>ANNEXE 6.3. VILLAGE DE SAN JUAN DE DIOS</u>	<u>279</u>
<u>ANNEXE 6.4. VILLAGE DE VIZALLANI.....</u>	<u>291</u>
<u>ANNEXE 6.5. VILLAGE D'HUATAQUITA.....</u>	<u>303</u>
<u>ANNEXE 6.6. VILLAGE DE YURACCACHI</u>	<u>314</u>

Liste des figures

FIGURE 1. LES CENTRES D'ORIGINE DES PLANTES CULTIVEES, D'APRES VAVILOV ET SES SUCCESEURS (SOURCE DE LA CARTE : DEMOL, 2002). 1 : CHINE – 2 : INDE – 3 : ASIE CENTRALE – 4 : PROCHE-ORIENT – 5 : MEDITERRANEE – 6 : ABYSSINIE – 7 : SUD DU MEXIQUE ET AMERIQUE CENTRALE – 8 : PEROU, BOLIVIE, EQUATEUR – 9 : ILES CHILOE, CHILI – 10 : BRESIL, PARAGUAY – 11 : INDONESIE, INDE ET CHINE – 12 : AUSTRALIE, NOUVELLE-ZELANDE – 13 : EURO-SIBERIE – 14 : AMERIQUE DU NORD.	45
FIGURE 2. PRINCIPAL MODELE DE DYNAMIQUE EVOLUTIVE DU QUINOA AVEC DIFFERENCIATION DE CINQ ECOTYPES (A, B, C, D, E) DANS LES ANDES (D'APRES FUENTES ET AL. 2012 IN (BAZILE, 2015) : (A) QUINOAS DES VALLEES INTER-ANDINES, ARIDES OU HUMIDES, 2 500 A 3 600 M D'ALTITUDE ; (B) QUINOAS DES YUNGAS SUBTROPICAUX, 1 500 A 2 000 M ; (C) QUINOAS DE L'ALTIPLANO AUTOUR DU LAC TITICACA, 3 800 M ; (D) QUINOAS DES SALARS DANS LES DESERTS D'ALTITUDE ; (E) QUINOAS DE BASSE ALTITUDE JUSQU'A 1 500 M.	60
FIGURE 3. LA REGION DE PUNO, AU SUD-EST DU PEROU, JOUXTANT LE LAC TITICACA. PUNO EST LE CENTRE DE LA PLUS GRANDE DIVERSITE DE QUINOA CULTIVE <i>C. QUINOA</i> WILLD. (TAPIA ET AL. 2014).	63
FIGURE 4. PHOTOS A GAUCHE : LES SEPT PRINCIPALES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE. PHOTOGRAPHIES TIREES DE MUJICA ET AL. (2013). PHOTO A DROITE : LE QUINOA CULTIVE (<i>C. QUINOA</i> WILLD.). PHOTOGRAPHIE DE BAZILE D. (2008).	64
FIGURE 5A. PRODUCTION DE QUINOA CULTIVE AU NIVEAU NATIONAL ET PAR DEPARTEMENT PRODUCTEUR AU PEROU, 2008-2016, EN MILLIERS DE TONNES PAR AN (SOURCE : MINAGRI, 2017A).	66
FIGURE 5B. EVOLUTION DE L'EXPORTATION DU QUINOA CULTIVE AU PEROU ET REGIONS D'EXPORTATION, 2008-2016, EN TONNES PAR AN (SOURCE : MINAGRI, 2017A). EN BLEU, LE MONDE ; EN JAUNE, L'UNION EUROPEENNE ; EN ROUGE, ETATS UNIS D'AMERIQUE.	66
FIGURE 6. LES CINQ ZONES AGROECOLOGIQUES DE L'ALTIPLANO DE PUNO AU PEROU, D'APRES TAPIA (1994). ZONE CIRCUNLACUSTRE EN BORD DE LAC, 3 810 A 3 850 M ; ZONE <i>SUNI</i> , 3 850 A 3 900 M ; <i>PUNA</i> HUMIDE ET <i>PUNA</i> SECHE, 3 900 A 4 100 M ; <i>JANKA</i> , 4 100 M ET PLUS.	72
FIGURE 7. LOCALISATION DES SIX VILLAGES ETUDIES AUTOUR DU LAC TITICACA (DEPARTEMENT DE PUNO, AU SUD-EST DU PEROU).	73
FIGURE 8. LOCALISATION DES SIX VILLAGES ETUDIES SELON LES AIRES DE PLUS GRANDE DIVERSITE DE QUINOA CULTIVE (DEPARTEMENT DE PUNO, AU SUD-EST DU PEROU).	74
FIGURE 9. MOSAÏQUE DE PARCELLES, EXEMPLE D'AYNOKA (PARCELLE COLLECTIVE) DANS LE VILLAGE DE YURACCACHI.	75
FIGURE 10. UNE PARCELLE DANS LE VILLAGE D'HUANCHO ALTO : COMME LA MAJORITE DES PARCELLES, CELLE-CI EST TRES PETITE.	75
FIGURE 11. L'ENSEMBLE DES ETAPES DE PRODUCTION ET DE TRAITEMENT DES CARTES PARTICIPATIVES ETHNOGRAPHIQUES REALISEES DANS LES SIX VILLAGES ETUDIES (2015-2016).	83
FIGURE 12. ATELIERS DE CARTOGRAPHIE A DIRE D'ACTEURS DANS LES SIX VILLAGES.	86
FIGURE 13. STRUCTURE D'UN ATELIER PARTICIPATIF D'ELABORATION DE CARTOGRAPHIE A DIRE D'ACTEURS.	87
FIGURE 14. LES CARTES A DIRE D'ACTEURS DES SIX VILLAGES (UNE CARTE PAR VILLAGE, 2015).	89

FIGURE 15. DETAILS DE LA CARTE A DIRE D'ACTEURS DU VILLAGE D'URANI.	89
FIGURE 16. LOCALISATIONS DES VILLAGES ET NUMERISATION DES CARTES A DIRE D'ACTEURS. EXEMPLE DU VILLAGE D'URANI.	93
FIGURE 17. EXEMPLE DE CONSTRUCTION DE LA GRILLE A MAILLE CARREE, CHAQUE CARRE REPRESENTANT UNE CELLULE DE 50 M X 50 M SUR LE TERRAIN.	94
FIGURE 18. TRAVAIL DE RESTITUTION, VALIDATION ET REFUTATION DES CARTES SUR LE TERRAIN ET EN SIG. EXEMPLE DU VILLAGE D'URANI, POUR L'ESPECE SAUVAGE <i>CHENOPodium AMBROSIOIDES</i> L. (2016).	96
FIGURE 19. EXEMPLE DE L'IMAGE SATELLITE DES ENTRETIENS A URANI.	102
FIGURE 20. PROPORTION DES CLASSES DE POPULATION INTERVIEWEE SELON ETHNIE (AYMARA - QUECHUA), GENRE (FEMININ - MASCULIN) ET AGE (≤ 50 ; > 50 ANS).	108
FIGURE 21. ADAPTATION A NOTRE TERRAIN DES CATEGORIES D'USAGES DES PLANTES PROPOSEES PAR L' <i>ECONOMIC BOTANY</i> <i>DATA COLLECTION STANDARD</i> 2016.	110
FIGURE 22. CHACRA DE <i>C. QUINOA</i> WILLD. A PUNO (PHOTO PRISE PENDANT LE STAGE DE MASTER 2 EN FEVRIER 2014 A CAMACANI, PUNO). DE GAUCHE A DROITE : LE LUPIN (<i>TARWI</i>), LE QUINOA ET LE MAÏS ANDIN.	121
FIGURE 23. PRESENCE PERÇUE DE CINQ ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE A URANI (EN % DU TOTAL DES CELLULES DE 50 M X 50 M DE LA GRILLE A MAILLE CARREE COUVRANT LE TERRITOIRE DU VILLAGE).	123
FIGURE 24. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) A URANI (% DU TOTAL DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE D'ESPECES) : CETTE RICHESSE VA DE 1 A 5 ESPECES PERÇUES.	124
FIGURE 25. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) PAR CELLULE A URANI : CETTE RICHESSE VA DE 0 A 5 ESPECES PERÇUES.	124
FIGURE 26. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DE CELLULES DE PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) A URANI DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS LES PARCELLES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD., DANS LES PARCELLES D'AUTRES CULTURES ET DANS D'AUTRES ESPACES.	125
FIGURE 27. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DES CELLULES DU VILLAGE) DE SIX ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE A HUANCHO.	126
FIGURE 28. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) (EN % DU TOTAL DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE D'ESPECES) A HUANCHO : CETTE RICHESSE VA DE 1 A 5 ESPECES PERÇUES.	126
FIGURE 29. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) PAR CELLULE A HUANCHO : CETTE RICHESSE VA DE 0 A 5 ESPECES PERÇUES.	127
FIGURE 30. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DE CELLULES DE PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) A HUANCHO DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS LES PARCELLES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD., DANS LES PARCELLES D'AUTRES CULTURES ET D'AUTRES ESPACES.	128
FIGURE 31. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DES CELLULES DU VILLAGE) DE SIX ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE A SAN JUAN DE DIOS.	129
FIGURE 32. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) (EN % DU TOTAL DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE D'ESPECES) A SAN JUAN DE DIOS : CETTE RICHESSE VA DE 1 A 6 ESPECES PERÇUES.	129

FIGURE 33. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) PAR CELLULE A SAN JUAN DE DIOS : CETTE RICHESSE VA DE 0 A 6 ESPECES PERÇUES.	130
FIGURE 34. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DE CELLULES DE PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) A SAN JUAN DE DIOS DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS LES PARCELLES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD., D'AUTRES CULTURES ET D'AUTRES ESPACES.	130
FIGURE 35. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DES CELLULES DU VILLAGE) DE SIX ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE A VIZALLANI.	131
FIGURE 36. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) (EN % DU TOTAL DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE D'ESPECES) A VIZALLANI : CETTE RICHESSE VA DE 1 A 4 ESPECES PERÇUES.	132
FIGURE 37. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) PAR CELLULE A VIZALLANI : CETTE RICHESSE VA DE 1 A 4 ESPECES PERÇUES.	132
FIGURE 38. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DE CELLULES DE PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) A VIZALLANI DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS LES PARCELLES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD., D'AUTRES CULTURES ET D'AUTRES ESPACES. FIGURE 38.	133
FIGURE 39. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DES CELLULES DU VILLAGE) DE CINQ ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE A HUATAQUITA.	134
FIGURE 40. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) (EN % DU TOTAL DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE D'ESPECES) A HUATAQUITA : CETTE RICHESSE VA DE 1 A 5 ESPECES PERÇUES.	134
FIGURE 41. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) PAR CELLULE A HUATAQUITA : CETTE RICHESSE VA DE 0 A 5 ESPECES PERÇUES.	135
FIGURE 42. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DE CELLULES DE PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) A HUATAQUITA DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS LES PARCELLES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD., D'AUTRES CULTURES ET D'AUTRES ESPACES.	135
FIGURE 43. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DES CELLULES DU VILLAGE) DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE A YURACCACHI.	136
FIGURE 44. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) (EN % DU TOTAL DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE D'ESPECES) A YURACCACHI : CETTE RICHESSE VA DE 1 A 7 ESPECES PERÇUES.	137
FIGURE 45. RICHESSE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (PSQC) PAR CELLULE A YURACCACHI : CETTE RICHESSE VA DE 0 A 7 ESPECES PERÇUES.	137
FIGURE 46. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DE CELLULES DE PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) A YURACCACHI DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS LES PARCELLES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD., D'AUTRES CULTURES ET D'AUTRES ESPACES.	138
FIGURE 47. COMPARAISON DES SUPERFICIES DE PRESENCE DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE, EN POURCENTAGE DU NOMBRE DE CELLULES COUVERTES PAR CHAQUE TYPE D'ESPACE : PARCELLES DE QUINOA CULTIVE, PARCELLES D'AUTRES CULTURES, ET AUTRES ESPACES NON CULTIVES (TOUS VILLAGES CONFONDUS).	140
FIGURE 48. FOSSES D'IRRIGATION D'UNE CHACRA A HUANCHO.	143

FIGURE 49. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE) DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS ET DEHORS DES PARCELLES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD. (TOUS VILLAGES CONFONDUS).....	146
FIGURE 50. PRESENCE PERÇUE (EN % DU TOTAL DES CELLULES A PRESENCE PERÇUE) DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS LES PARCELLES D'AUTRES CULTURES (TOUS VILLAGES CONFONDUS).....	148
FIGURE 51. . PRESENCE COMPAREE (EN % DU TOTAL DES CELLULES A PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DANS LES PARCELLES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD. ET D'AUTRES CULTURES (TOUS VILLAGES CONFONDUS).	148
FIGURE 52. REPRESENTATION DE LA CLASSIFICATION DU QUINOA SELON LES PERSONNES INTERVIEWEES DANS LES SIX VILLAGES ETUDIES, <i>VERSUS</i> LA CONCEPTION SCIENTIFIQUE BOTANIQUE	150
FIGURE 53. NOMBRE D'ESPECES RECONNUES : LA MAJORITE DES PERSONNES INTERVIEWEES ONT RECONNU ENTRE TROIS ET SIX ESPECES (TOTAL : 150 PERSONNES INTERVIEWEES).	153
FIGURE 54. NOMBRE DE REPONSES POSITIVES SUR L'IDENTIFICATION DE CHAQUE ESPECE DE PARENTS SAUVAGES (TOTAL : 150 PERSONNES INTERVIEWEES).....	153
FIGURE 55. ANALYSE FACTORIELLE DE RECONNAISSANCE DES PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON L'AGE (J : ≤ 50 ; V : > 50 ANS).....	155
FIGURE 56. RECONNAISSANCE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON L'AGE (> 50 ; ≤ 50 ANS), EXPRIMEE EN % DES REpondANTS PAR CLASSE D'AGE, TOUS VILLAGES CONFONDUS.	155
FIGURE 57. ANALYSE FACTORIELLE DE RECONNAISSANCE DES PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON LE GENRE (F : FEMININ ; M : MASCULIN).....	156
FIGURE 58. RECONNAISSANCE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON LE GENRE (FEMININ ; MASCULIN), EN % DES REpondANTS PAR GENRE, TOUS VILLAGES CONFONDUS.....	157
FIGURE 59. ANALYSE FACTORIELLE DE RECONNAISSANCE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON L'ETHNIE (AYMARA ; QUECHUA), EN % DES REpondANTS PAR ETHNIE (75 PERSONNES PAR ETHNIE), TOUS VILLAGES CONFONDUS.....	158
FIGURE 60. REPRESENTATION EN POURCENTAGE DE RECONNAISSANCE DE CHAQUE ESPECE DE PARENT SAUVAGE DU QUINOA CULTIVE SELON L'ETHNIE (AYMARA ; QUECHUA), TOUS VILLAGES CONFONDUS. * : SIGNIFICATIVITE AU SEUIL DE 1 % (P-VALUE $< 0,01$) ; ** : SIGNIFICATIVITE AU SEUIL DE 0,1 % (P-VALUE $< 0,001$).	158
FIGURE 61. NOMBRE D'USAGES CONNUS DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON L'AGE (> 50 ; ≤ 50 ANS) ET LE GENRE (MASCULIN ; FEMININ), EN POURCENTAGE DE REPONSES DE CHAQUE CATEGORIE COMBINEE AGE-GENRE (TOUTES ETHNIES CONFONDUES, ET TOUS VILLAGES CONFONDUS).	162
FIGURE 62. TYPES D'USAGES DECRITS DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE, SELON LE NOMBRE DE REPONSES POSITIVES OBTENUES, TOUS VILLAGES CONFONDUS. AH : ALIMENTATION HUMAINE ; AA : ALIMENTATION ANIMALE ; MH : MEDICAMENTS HUMAINS ; MA : MEDICAMENTS ANIMAUX ; UE : USAGE ENVIRONNEMENTAL ; US : USAGE SOCIAL ; TN : TOXIQUE OU NOCIF ; C : CARBURANT.....	163
FIGURE 63. ANALYSE FACTORIELLE DES USAGES DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE, SELON LE GENRE (FEMININ ; MASCULIN), TOUS VILLAGES CONFONDUS.	164
FIGURE 64. ANALYSE FACTORIELLE DES USAGES DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON L'AGE (J : ≤ 50 ANS ; V : > 50 ANS), TOUS VILLAGES CONFONDUS.	165

FIGURE 65. ANALYSE FACTORIELLE DES USAGES DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON L'ETHNIE (AYMARA, QUECHUA), TOUS VILLAGES CONFONDUS.....	166
FIGURE 66. NOMBRE DE REPONSES D'USAGES DE CHAQUE ESPECE DE PARENT SAUVAGE DU QUINOA CULTIVE, TOUS VILLAGES CONFONDUS.....	168
FIGURE 67. RELATION ENTRE LE NOMBRE D'ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE ET LE NOMBRE D'USAGES CITES SELON L'ETHNIE (AYMARA, QUECHUA).	170
FIGURE 68. RELATION ENTRE LE NOMBRE D'ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE ET LE NOMBRE D'USAGES SELON LE GENRE.....	171
FIGURE 69. RELATION ENTRE LE NOMBRE D'ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE ET LE NOMBRE D'USAGES CITES SELON L'AGE (J ≤ 50 ANS ; V > 50 ANS).....	172
FIGURE 70. LLUJTA A ILAVE.....	174
FIGURE 71. (A) AGRICULTRICE A VIZALLANI ENLEVANT LES PELLICULES DES GRAINS DE QUINOA ET AYARA ; (B) GRAINS DE QUINOA ET AYARA MELANGEES PRETS A ETRE LAVES POUR LA CONSOMMATION FAMILIALE.	175
FIGURE 72. AGRICULTEUR A PUNO PREPARANT DE LA FARINE AVEC UNE KCONA.	176
FIGURE 73. QUISPÍÑOS D'AYARA POUR LA CELEBRATION DE TOUS LES SAINTS (PHOTO DE CONDORI, 2013).	180
FIGURE 74. CALENDRIER PHENOLOGIQUE DU QUINOA CULTIVE (C. QUINOA WILLD.) ET DE SES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES SUR L'ALTIPLANO DE PUNO.....	186
FIGURE 75. ENSEMBLE DE MAISONS AVEC DES PARCELLES A PROXIMITE, A YURACCACHI.....	191
FIGURE 76. DIFFERENTES LOCALISATIONS DES PARCELLES DANS UN AGROECOSYSTEME ANDIN. A : PARCELLES EN PENTE A YURACCACHI ; B : PARCELLES EN PLAINE A HUANCHO ; C : PARCELLES EN TERRASSES A URANI.....	191
FIGURE 77. PRESENCE DES ESPECES <i>C. PETIOLARE</i> KUNTH, <i>C. HIRICINUM</i> SCHRAD., <i>C. QUINOA</i> SPP. <i>MELANOSPERMUM</i> HUNZ. ET <i>C. PALLIDICAULE</i> AELLEN DANS L'AGROECOSYSTEME ANDIN. REPRESENTATION GENERIQUE D'UN VILLAGE : DESSIN DE SYNTHESE ETABLI A PARTIR DES CARTES A DIRE D'ACTEURS ET DES ENTRETIENS.	192
FIGURE 78. PRESENCE DES ESPECES <i>C. AMBROSIODES</i> L., <i>C. INCISUM</i> POIRET ET <i>C. CARNOSOLUM</i> MOQ. DANS L'AGROECOSYSTEME ANDIN. REPRESENTATION GENERIQUE D'UN VILLAGE : DESSIN DE SYNTHESE ETABLI A PARTIR DES CARTES A DIRE D'ACTEURS ET DES ENTRETIENS.	195
FIGURE 79. PATURAGE EN ZONE INONDEE A SAN JUAN DE DIOS.....	196
FIGURE 80. CORRESPONDANCE EXPLICATIVE ENTRE, A GAUCHE , L'ILLUSTRATION DU MILIEU PHYSIQUE, AVEC PHOTOGRAPHIES DES PAYSAGES EN FONCTION DE L'ALTITUDE (FACTEUR MAJEUR DE DIFFERENTIATION DES ECOSYSTEMES DES ANDES), ET A DROITE , LE CHOREME (ICI POUR AVANT 1970), AVEC LES ELEMENTS PHYSIQUES RETENUS ICI : (1) SOURCE D'EAU – (2) PATURAGE – (3) CULTURE DE QUINOA, AUTRES CULTURES ET JACHERIE – (4) CORDILLERE. LA BANDE VERTICALE COLOREE, DU CLAIR AU SOMBRE , REPRESENT LE GRADIENT ALTITUDINAL, DU NIVEAU DU LAC AU PLUS HAUT SOMMET.	198
FIGURE 81. REPRESENTATION CHOREMATIQUE DES STRUCTURES PHYSIQUES ET DES DIFFERENTS USAGES DU SOL DU MILIEU ANDIN : EN HAUT , AVANT 1970 ; EN BAS , APRES 1970. LA BANDE VERTICALE COLOREE, DU CLAIR AU SOMBRE , REPRESENT LE GRADIENT ALTITUDINAL, DU NIVEAU DU LAC TITICACA AU PLUS HAUT SOMMET.	200

FIGURE 82. REPRESENTATION CHOREMATIQUE DES DYNAMIQUES SOCIO-TERRITORIALES DU MILIEU ANDIN : EN HAUT , AVANT 1970 ; EN BAS , APRES 1970. LA BANDE VERTICALE COLOREE, DU CLAIR AU SOMBRE , REPRESENTE LE GRADIENT ALTITUDINAL, DU NIVEAU DU LAC TITICACA AU PLUS HAUT SOMMET.	202
FIGURE 83. REPRESENTATION CHOREMATIQUE DE LA PRESENCE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE EN LIEN AVEC LES DYNAMIQUES SOCIO-TERRITORIALES : EN HAUT , AVANT 1970 ; EN BAS , APRES 1970. LA BANDE VERTICALE COLOREE, DU CLAIR AU SOMBRE , REPRESENTE LE GRADIENT ALTITUDINAL, DU NIVEAU DU LAC AU PLUS HAUT SOMMET.....	206

Liste des tableaux

TABEAU 1. LES HUIT SOUS-GROUPES DE <i>C. QUINOA</i> WILLD. CULTIVES DANS L'ALTIPLANO DE LA REGION DE PUNO AU PEROU, ETABLIS PAR CANAHUA (2012).....	62
TABEAU 2. LES SEPT PRINCIPALES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS L'ALTIPLANO DE PUNO AU PEROU (MUJICA ET JACOBSEN, 2006).	64
TABEAU 3. ELEMENTS REPRESENTES PAR LES PARTICIPANTS, ET COMMUNS AUX SIX CARTES A DIRE D'ACTEURS.	90
TABEAU 4. SOURCES DE L'INFORMATION NUMERIQUE DE REFERENCE POUR LE DEPARTEMENT DE PUNO.	91
TABEAU 5. TYPE DE TABLEAU ASSOCIE A LA GRILLE A MAILLE CARREE PAR VILLAGE.....	94
TABEAU 6. CODIFICATION DES DONNEES SUR LA PRESENCE (1) / ABSENCE (0) DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DANS LA GRILLE A MAILLE CARREE.	95
TABEAU 7. DONNEES SUR LES INDICATEURS D'INTERET DANS LA GRILLE A MAILLE CARREE PAR VILLAGE.	95
TABEAU 8. VARIABLES POUR DECRIRE LE PROFIL DES PERSONNES INTERVIEWEES.....	107
TABEAU 9. STRUCTURATION DE LA POPULATION INTERVIEWEE DES SIX VILLAGES.	107
TABEAU 10. METADONNEES POUR DECRIRE LES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE.	109
TABEAU 11. METADONNEES POUR L'ANALYSE DES USAGES DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE.	110
TABEAU 12. SURFACE DE CHAQUE TERRITOIRE VILLAGEOIS ETUDIE. CETTE SURFACE A ETE MESUREE AVEC LE PERIMETRE DES MATRICES A MAILLES CARREES.....	120
TABEAU 13. LES HUIT TYPES DE QUINOA CULTIVE (<i>C. QUINOA</i> WILLD.) DANS LES SIX VILLAGES ETUDIES : REPARTITION DES TYPES SELON LE VILLAGE, EN % DES PERSONNES INTERVIEWEES DANS CHAQUE VILLAGE. LES VILLAGES SONT CLASSES DE GAUCHE A DROITE DU PLUS AU NORD AU PLUS AU SUD DU LAC TITICACA (SAISON 2015-2016).....	122
TABEAU 14. PRESENCE PERÇUE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE PAR LES PERSONNES INTERVIEWEES DANS CHAQUE VILLAGE. CODE : 0 POUR ABSENCE, 1 POUR PRESENCE.	139
TABEAU 15. RICHESSE, EN NOMBRE D'ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE PERÇUES DANS CHAQUE VILLAGE, REPARTIE EN % DE CELLULES A PRESENCE D'ESPECE.....	139
TABEAU 16. PRESENCE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE PAR VILLAGE, EN % DU NOMBRE TOTAL DE CELLULES DE CHAQUE CARTE A DIRE D'ACTEURS.	141
TABEAU 17. REPARTITION DE LA PRESENCE DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON L'ALTITUDE (EN-DESSOUS ET AU-DESSUS DE 3 900 M), TOUS VILLAGES CONFONDUS, EN % DES CELLULES A PRESENCE PERÇUE D'ESPECES.....	142
TABEAU 18. REPARTITION DE LA PRESENCE DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE EN FONCTION DE LA DISTANCE A UN COURS D'EAU : % DES CELLULES A PRESENCE PERÇUE D'ESPECES (TOUS VILLAGES CONFONDUS)..	143
TABEAU 19. REPARTITION DE LA PRESENCE DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE SELON L'ALTITUDE ET LA DISTANCE A L'EAU, EN % DU TOTAL DES CELLULES A PRESENCE PERÇUE D'ESPECES (TOUS VILLAGES CONFONDUS). CARTES DETAILLEES EN ANNEXE 6.....	145

TABLEAU 20. REPARTITION DE LA PRESENCE (EN % DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DE L'INTERIEUR DE LA PARCELLE CULTIVEE DE <i>C. QUINOA</i> WILLD. A UNE DISTANCE VARIANT DE MOINS DE 50 M A PLUS DE 200 M DE LA PARCELLE (TOUS VILLAGES CONFONDUS).	147
TABLEAU 21. REPARTITION DE LA PRESENCE (EN % DES CELLULES DE PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE) DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DE L'INTERIEUR DE LA PARCELLE D'AUTRES CULTURES A UNE DISTANCE VARIANT DE MOINS DE 50 M A PLUS DE 200 M DES PARCELLES (TOUS VILLAGES CONFONDUS).....	147
TABLEAU 22. CLASSIFICATION LOCALE ET NOM DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE DONNES PAR LES PERSONNES INTERVIEWEES.	152
TABLEAU 23. NOMBRE D'ESPECES DE PARENTS SAUVAGES RECONNUES, MOYENNE ET ECART-TYPE, PAR CATEGORIE DE PERSONNES INTERVIEWEES (TOTAL : 150 PERSONNES INTERVIEWEES).	153
TABLEAU 24. RECONNAISSANCE DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE (EN % DU TOTAL DES PERSONNES INTERVIEWEES) SELON LA LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES VILLAGES PAR RAPPORT AU LAC TITICACA.	154
TABLEAU 25. ANALYSE DU DEGRE D'ASSOCIATION ENTRE LES REPONSES DES PERSONNES INTERVIEWEES ET LA CLASSE (ETHNIE, AGE, GENRE), TOUS VILLAGES CONFONDUS.	159
TABLEAU 26. NOMBRE D'USAGES DECRITS DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE, MOYENNE ET ECART-TYPE, EN FONCTION DE LA CATEGORIE DES REpondANTS, TOUS VILLAGES CONFONDUS.	161
TABLEAU 27. NOMBRE D'USAGES CONNUS DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE PAR PERSONNE SELON L'ETHNIE (A ; Q), L'AGE (>50 ; ≤ 50) ET LE GENRE (MASCULIN ; FEMININ), TOUS VILLAGES CONFONDUS.....	162
TABLEAU 28. TEST KRUSKAL-WALLIS DE L'USAGE MEDICAMENT POUR ANIMAUX (MA) DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE, SELON LE GENRE (MASCULIN ; FEMININ).	164
TABLEAU 29. TEST KRUSKAL-WALLIS DE L'USAGE ALIMENTATION HUMAINE (AH) SELON L'AGE.	165
TABLEAU 30. TEST KRUSKAL-WALLIS DES USAGES MEDICAMENT POUR ANIMAUX (MA), USAGE SOCIAL (US) ET USAGE ENVIRONNEMENTAL (UE) SELON LES ETHNIES AYMARA (A) ET QUECHUA (Q).	167
TABLEAU 31. ANALYSE DU DEGRE D'ASSOCIATION ENTRE LES REPONSES DE NOMBRE DE PERSONNES INTERVIEWEES PAR RAPPORT AUX USAGES DES ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE ET A LA CLASSE D'ETUDE.	167
TABLEAU 32. NOMBRE D'USAGES CITES PAR ESPECE DE PARENT SAUVAGE DU QUINOA CULTIVE ET PAR PERSONNE INTERVIEWEE (EN % DE REPONSES).	169
TABLEAU 33. TEST KRUSKAL-WALLIS DES ESPECES <i>C. CARNOSOLUM</i> MOQ. (CCM) ET <i>C. PALLIDICAULE</i> AELLEN (CPA) SELON L'ETHNIE (AYMARA, QUECHUA).	170

Résumés / Abstracts

Résumé court

Titre - Distribution des parents sauvages du quinoa cultivé en lien avec les pratiques et usages des communautés andines dans la région de Puno au Pérou

Résumé - Les abords du lac Titicaca dans les Andes sont l'un des principaux centres de domestication des espèces agricoles au monde et le centre d'origine du quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. Il s'y concentre la plus grande diversité génétique de quinoa cultivé et de ses parents sauvages. Ces ressources génétiques ont une grande valeur pour l'adaptation du quinoa au changement climatique. Au sein de la région de Puno, la culture du quinoa se distribue selon un gradient climatique nord-sud et une différenciation altitudinale. A travers l'étude des agroécosystèmes andins, notre recherche s'est focalisée sur la gestion des pratiques qui expliquent la distribution des parents sauvages en lien avec la culture du quinoa. Des cartographies participatives et des enquêtes ethnobotaniques ont été menées dans six villages choisis selon des critères biogéographiques. La modélisation chorématique a caractérisé les dynamiques socio-spatiales associées à l'évolution de la culture du quinoa, avant et après 1970. La distribution des parents sauvages, dans les espaces naturels et cultivés, est liée à l'organisation socio-spatiale de l'agroécosystème. Cette gestion dynamique des espèces faite par les agriculteurs est toutefois en train d'évoluer sous la pression d'enjeux globaux. La perspective historique permise par les chorèmes questionne la durabilité des pratiques agricoles pour une conservation *in situ* de l'agrobiodiversité. Le développement de projets associant la présence des parents sauvages dans le champ cultivé est un atout pour favoriser l'introduction de gènes du sauvage vers le cultivé, ainsi que pour construire un pool de gènes à gérer conjointement.

Mots-clés - *Chenopodium quinoa* Willd., parents sauvages, pratiques agricoles, biodiversité, *in situ*, Altiplano, Pérou, cartographie participative, chorèmes.

Short abstract

Title - Distribution of quinoa crop wild relatives linked to practices and uses in Andean communities of the Puno region of Peru

Abstract - The lands around Lake Titicaca in the Andes are one of the world's leading centres of domestication for cultivated species and the centre of origin of quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. The greatest genetic diversity of cultivated quinoa and its wild relatives is concentrated there. These genetic resources are of great value in adapting quinoa to climate change. Quinoa farming in the Puno region is distributed along a North-South climate gradient with altitudinal differentiation. Our research studied Andean agro-ecosystems and focused on how practices that explain the distribution of quinoa crop wild relatives in relation to quinoa farming are managed. Biogeographical criteria were used to choose six villages for participatory mapping and ethnobotanical surveys. Chorematic models served to characterize socio-spatial dynamics linked to changes in quinoa growing before and after 1970. The distribution of wild relatives in natural and cultivated areas was found to depend on how the agro-ecosystem was socio-spatially organized. The dynamic management of wild species by farmers is nonetheless changing under pressure from global challenges. The historical perspective provided by choremes looks into the sustainability of farming practices for *in situ* dynamic conservation of agrobiodiversity. Developing projects involving quinoa crop wild relatives in farmed fields is a way of helping to introduce genes in cultivated plants, and of constructing a jointly managed gene pool.

Keywords - *Chenopodium quinoa* Willd., crop wild relatives, farming practices, biodiversity, *in situ*, Altiplano, Peru, participatory mapping, choremes.

Résumé long

Dans les hauts plateaux des Andes centrales entre le Pérou et la Bolivie, à 3 800 mètres d'altitude s'étend le lac Titicaca, berceau des civilisations précolombiennes et l'un des principaux centres mondiaux de domestication des espèces végétales cultivées pour l'agriculture. Cette région est reconnue comme le centre d'origine du quinoa, *Chenopodium quinoa* Willd. Elle concentre la plus grande diversité génétique du quinoa, tant pour les variétés paysannes cultivées que pour les espèces sauvages apparentées. Notre recherche a été conduite dans la région de Puno (Pérou), qui correspond au berceau de cette culture et reste l'une des principales régions productrices de quinoa au monde. Le quinoa y présente une distribution spatiale selon un gradient climatique nord-sud et une différenciation en zones agroécologiques principalement liée à l'altitude, qui expliquent sa diversité génétique. Actuellement, sept principales espèces de parents sauvages du quinoa y sont présentes : *C. ambrosioides* L., *C. incisum* Poir., *C. pallidicaule* Aellen, *C. petiolare* Kunth, *C. hircinum* Schrad., *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et *C. carnosolum* Moq. Cette diversité de ressources phytogénétiques a une grande valeur pour l'évolution adaptative du quinoa notamment face aux effets du changement climatique. Notre thèse s'inscrit dans la problématique de l'importance économique et culturelle du quinoa, étant à la fois une ressource alimentaire des régions andines et l'objet des marchés internationaux du fait de ses qualités nutritives exceptionnelles (richesse en protéines). Cette opportunité économique peut avoir des impacts en termes de sécurité alimentaire, d'agrobiodiversité, et de gestion de l'agroécosystème. Etudier comment la distribution des parents sauvages du quinoa est liée à l'organisation spatiale de sa culture constitue une piste pour répondre à cette question. Cette thèse a analysé comment les communautés agricoles andines intègrent la présence des espèces de parents sauvages dans leurs pratiques de gestion et leurs pratiques agricoles autour du quinoa. Des cartographies participatives et des enquêtes ethnobotaniques ont été réalisées avec les membres de six villages choisis selon des critères biogéographiques sur un gradient nord-sud couplés à des données d'altitude et de proximité du lac Titicaca. La modélisation chorématique a été appliquée à deux périodes, avant et après 1970, année charnière au Pérou pour l'agriculture (réforme agraire, droits territoriaux des communautés natives), dans le but de montrer comment les dynamiques socio-spatiales du milieu andin se modifient, notamment en lien avec l'évolution de la

culture du quinoa. La distribution des espèces de parents sauvages du quinoa apparaît fortement liée à l'organisation socio-spatiale de l'agroécosystème. Ces espèces sont maintenues par les villageois pour leurs multiples usages alimentaires, médicaux et culturels, dans des espaces naturels, des zones pâturées, aux abords et également à l'intérieur des champs cultivés. Ceci est à la fois le résultat de la gestion dynamique organisée par les communautés rurales et des savoirs liés à ces espèces qui se transmettent de génération en génération aussi bien chez les femmes que chez les hommes. Cependant cette gestion est en train de changer sous la pression d'enjeux globaux liés au marché international du quinoa, dont les exigences impliquent de réduire la présence de parents sauvages dans les champs cultivés. En conclusion, la thèse aborde la durabilité des pratiques de gestion et des pratiques agricoles dans un objectif de conservation dynamique *in situ* de la biodiversité sauvage et cultivée. Une mise en perspective historique des résultats, via les chorèmes, nous a permis de questionner l'évolution des pratiques de gestion de ces différentes espèces par les communautés locales. En termes d'implication, deux types de projets pourraient être réfléchis. Le développement de projets prenant en compte le maintien de la présence des parents sauvages du quinoa dans le champ cultivé est favorable à l'introduction de gènes d'intérêt pour aider le quinoa à s'adapter à des conditions écologiques changeantes sous les effets du changement climatique. Egalement, des projets spécifiques de conservation *in situ* de l'agrobiodiversité, qui considèrent l'espace naturel et l'espace cultivé comme un ensemble cohérent, représentent une voie de gestion de pools de gènes importante pour l'agriculture et l'alimentation mondiale.

Long abstract

Lake Titicaca, the cradle of pre-Columbian civilizations and one of the world's main centres of domestication for farmed plant species, lies 3,800 m above sea level in the central Andean Highlands between Peru and Bolivia. The region is acknowledged as the centre of origin of quinoa, *Chenopodium quinoa* Willd. The greatest genetic diversity of quinoa and its wild relatives is concentrated there. Our research was conducted in the Puno region (Peru), which is the crop's primary centre of origin and remains one of the main quinoa producing regions in the world. Quinoa displays spatial distribution along a North-South climate gradient in the region, with differentiation into mostly elevation-related, agro-ecological zones that explain its genetic diversity. Seven main quinoa crop wild relatives currently exist there: *C. ambrosioides* L., *C. incisum* Poir., *C. pallidicaule* Aellen, *C. petiolare* Kunth, *C. hircinum* Schrad., *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. and *C. carnosolum* Moq. This diversity of plant genetic resources is of great value for the adaptive evolution of quinoa, especially under the effect of climate change. This PhD thesis deals with the economic and cultural importance of quinoa, which is both a food resource in the Andean regions and an international commodity due to its exceptional nutritional qualities (protein-rich). This economic opportunity may have impacts on local food security, agrobiodiversity and agro-ecosystem management. One way of investigating this issue is to examine how the distribution of crop wild relatives is linked to the way quinoa cultivation is spatially organized. The thesis analysed how Andean farming communities incorporate the presence of wild relatives in their quinoa-related management and farming practices. Participatory mapping and ethnobotanical surveys were carried out with members of six villages chosen according to biogeographical criteria along a North-South gradient, combined with data related to elevation and the proximity to Lake Titicaca. In order to show how the socio-spatial dynamics of the Andean environment are changing, notably linked to changes in quinoa growing, choropleth modelling was applied to two periods, before and after 1970, which was a pivotal year for Peruvian farming (agrarian reform, territorial rights of indigenous communities). The distribution of quinoa crop wild relatives seems to be closely linked to how the agro-ecosystem is spatially organized. Local communities keep these species for their multiple food, medicinal and cultural uses in natural areas, grazing areas, around and in farmed fields. This results from the dynamic management organized by rural

communities, and from knowledge of those species passed down through the generations, by both women and men. However, management is changing under the pressure of global challenges arising from the international quinoa market, which calls for fewer wild parents in farmed fields. To conclude, the thesis looks at the sustainability of management and farming practices with a view to dynamic *in situ* conservation of wild and cultivated biodiversity. Choremes are used to place the results in historical perspective, to see how the management of these different species by local communities is evolving. In terms of implications, two types of project could be considered. Developing projects that keep quinoa crop wild relatives in farmed fields promotes the introduction of genes of interest, helping quinoa to adapt to ecological conditions being modified by climate change. Likewise, specific projects for *in situ* conservation of agrobiodiversity, which consider natural and cultivated areas as a coherent whole, are a way of managing gene pools that is important for agriculture and for feeding the world.

INTRODUCTION GENERALE

La région du lac Titicaca partagée entre le Pérou et la Bolivie se trouve à une altitude moyenne de 4 000 mètres au-dessus du niveau de la mer. La capacité productive de cette zone montagneuse est fortement contrainte par des facteurs physiques, notamment l'altitude et la pluviométrie. L'altitude détermine la limite supérieure de la vie animale et végétale ; la pluviométrie, qui change de façon irrégulière et très aléatoire, aboutit à une alternance d'années d'inondations ou de sécheresse extrême. Ces conditions pédoclimatiques pourraient laisser penser que l'environnement naturel de ces hauts plateaux des Andes autour du lac Titicaca n'est pas favorable au développement de sociétés agraires organisées. Or des sociétés locales existent depuis des millénaires et se sont organisées autour d'un patrimoine culturel très riche et fortement lié à cet environnement complexe. Elles ont notamment élaboré des savoirs importants sur leurs ressources naturelles et lancé un processus de domestication d'espèces végétales et animales depuis 8 000 ans. Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en fait partie, avec toute une diversité d'espèces sauvages apparentées (*crop wild relatives*). Il a été domestiqué par ces populations il y a plus de 7 000 ans puis régulièrement sélectionné par des générations d'agriculteurs. Il est ainsi devenu un élément central des systèmes de production agricole et alimentaire de cette région. Le quinoa et ses espèces sauvages apparentées étaient aussi des éléments clés des rituels religieux et des aspects culturels et quotidiens de ces sociétés andines.

Selon les découvertes archéologiques faites dans les grottes d'Ayacucho au Pérou, il est probable qu'on puisse dater la première trace de quinoa domestiqué il y a 6 400 à 7 800 ans (Brack Egg, 2003). Cette plante originaire des Andes a connu un processus de domestication très ancien, et l'espèce quinoa cultivée continue toujours d'évoluer avec les croisements naturels possibles avec ses parents sauvages, eux aussi maintenus par les groupes humains locaux pour divers usages (alimentaires, médicaux, environnementaux, culturels et culturels). Lors de la conquête espagnole au début du XVI^e siècle, malgré l'importance culturelle et alimentaire de ces espèces végétales locales, les céréales européennes ont été imposées aux populations colonisées en remplacement du quinoa dans le but de les soumettre. Néanmoins, même si la culture du quinoa a fortement

diminué jusque dans les années 1970, le rôle de cette plante dans les cérémonies religieuses et la vie quotidienne locale est resté considérable, ce qui a évité sa disparition.

Ce grain andin s'est surtout maintenu grâce aux producteurs à un niveau régional et, dans les différents pays andins, il a longtemps été considéré comme un aliment pour les animaux, les pauvres ou les indiens. Il avait une connotation négative de rejet perpétrée depuis la période coloniale et les produits locaux étaient donc peu valorisés en dehors des zones de production, malgré un attachement permanent des populations locales productrices au quinoa. Cette réalité du quinoa a commencé à changer à partir des années 1980, notamment lors de la première réunion régionale sur les ressources phytogénétiques organisée en avril 1981 par les pays andins dans le but d'améliorer la situation nutritionnelle des habitants en valorisant les espèces végétales natives des Andes — *Reunión sobre recursos fitogenéticos de interés agrícola en la región Andina*, sous l'égide du CIRF/IBPGR (Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos/International Board of Plant Genetic Resources, institution membre du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale, CGIAR, et aujourd'hui connue sous le nom de Bioversity International). Ensuite, différentes études scientifiques ont prouvé la valeur nutritionnelle du quinoa et des autres grains et tubercules andins, au point qu'elles ont progressivement suscité un intérêt mondial pour leur consommation. Depuis les années 1980, les principales régions de production de quinoa, aux abords du lac Titicaca en Bolivie et dans la région de Puno au Pérou ainsi que sur l'Altiplano sud bolivien, l'ont progressivement amené à devenir une culture d'exportation très appréciée des pays de l'hémisphère Nord (Europe, États-Unis, Canada, Japon), à la recherche d'aliments à haute valeur nutritive (richesse en protéines) et certifiés en agriculture biologique et commerce équitable (Laguna et al., 2006).

Malgré le succès de la domestication du quinoa, puis de son amélioration génétique par des générations de paysans, et l'organisation de filières d'exportation, les espèces de parents sauvages du quinoa cultivé sont encore utilisées aujourd'hui par les sociétés locales comme éléments de leur patrimoine culturel et alimentaire. Les agriculteurs andins associent chacune de ces espèces à une utilisation spécifique en fonction de leurs besoins. Sept principales espèces de parents sauvages du quinoa ont été identifiées dans la région de Puno au Pérou : *Chenopodium carnosolum* Moq., *C. petiolare* Kunth, *C. pallidicaule* Aellen, *C. hircinum* Schrad., *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz.,

C. ambrosioides L. et *C. incisum* Poirét (Mujica et Jacobsen, 2006). Elles présentent des usages particuliers et contribuent à des flux de gènes naturels avec le quinoa cultivé.

Notre thèse s'insère dans l'enjeu de la conservation *in situ* de l'agrobiodiversité. Il est en effet reconnu, sur le plan scientifique comme sur le plan des politiques de préservation des ressources et de l'accompagnement au changement climatique, que les espèces végétales sauvages apparentées aux espèces cultivées constituent une source de variabilité génétique cruciale pour les futures variétés cultivées et leur adaptation aux changements planétaires (Brush, 2000; Jarvis et al., 2000). De même, cette diversité phytogénétique est reconnue indispensable pour améliorer la productivité des agroécosystèmes afin d'assurer durablement la sécurité alimentaire mondiale (Hainzelin, 2013; Hunter et Heywood, 2010).

Notre travail de recherche prend comme cas d'école le quinoa cultivé et ses espèces sauvages apparentées dans leur principal centre d'origine qu'est cette région de Puno autour du lac Titicaca au Pérou. Il est centré sur la relation entre l'Homme et la Nature, à travers l'étude des relations qu'établissent les sociétés andines avec leur environnement. Cette étude a en arrière-plan la compréhension des impacts potentiels de l'essor des marchés du quinoa sur la gestion actuelle de cet agroécosystème andin et de son agrobiodiversité. Comment les populations agricoles locales intègrent désormais la présence des parents sauvages du quinoa dans leurs pratiques autour du quinoa ? Cette problématique invite plusieurs questions de recherche : quels sont les facteurs de la présence et de la distribution spatiale des espèces de parents sauvages du quinoa dans les agroécosystèmes andins ? Quels savoirs ont les populations locales sur ces espèces ? Les changements en cours relatifs à la culture du quinoa modifient-ils la gestion de ces espèces ?

Dans un premier temps, l'approche géographique nous a permis d'étudier et de cartographier, à l'échelle du paysage, la répartition des éléments d'intérêt nécessaires pour expliquer la présence et la distribution spatiales des espèces de parents sauvages du quinoa. Dans un deuxième temps, des méthodes ethnographiques nous ont permis de mieux considérer le rapport entre les sociétés andines et leur environnement, en mobilisant la *cosmovision andine* pour comprendre et intégrer les pratiques de gestion agricole dans la relation entre le cultivé et le sauvage. Les territoires de six villages de la région de Puno ont ainsi été étudiés en croisant ces deux approches, géographique et

ethnographique, pour comprendre la relation entre les pratiques de gestion de l'agrobiodiversité et la conservation durable des ressources phytogénétiques, appliquées au cas de sept principales espèces sauvages apparentées au quinoa cultivé présentes dans la région. Dans un troisième temps, la modélisation chorématique est utilisée pour croiser les dimensions spatiales, temporelles et sociales des dynamiques de changement de la culture du quinoa et leurs impacts sur les espèces sauvages étudiées. Enfin, les réflexions apportées sur la gestion des ressources phytogénétiques questionnent les stratégies actuelles des agriculteurs andins producteurs de quinoa en réfléchissant à l'importance du maintien des variétés locales et des espèces de parents sauvages.

La thèse s'articule autour de six parties. La première partie, « *Etat de l'art : liens entre géographie, biodiversité, domestication et gestion des ressources génétiques végétales* », vise à faire comprendre au lecteur comment la géographie est une discipline pertinente pour étudier les enjeux de la biodiversité et de la conservation *in situ* des ressources phytogénétiques. Avec la biodiversité comme fil conducteur, cette partie propose un voyage à travers l'évolution du concept de biodiversité en lien avec les pratiques des sociétés humaines.

La deuxième partie, « *Le Pérou et le quinoa, emblématiques des grands enjeux actuels de biodiversité et d'agriculture* », nous plonge dans le contexte du Pérou comme l'un des pays les plus « bio-diversifiés » du monde et comment cette biodiversité y est appréhendée à travers des accords internationaux et réglementations nationales. Cette partie explique également le zonage agroécologique de la région étudiée et ses systèmes agraires, le tout relié à la cosmovision andine. Enfin, sont présentées l'espèce *C. quinoa* Willd. et sept principales espèces de parents sauvages présentes sur l'Altiplano de Puno.

La troisième partie, « *Problématique de la thèse : un objectif sous-tendu par trois questions* », explicite les trois pistes de recherche poursuivies dans cette étude dans l'objectif d'étudier comment la distribution des parents sauvages du quinoa est liée à l'organisation spatiale de sa culture.

La quatrième partie de « *Méthodologie* » expose les critères pour le choix des villages d'étude et justifie les outils méthodologiques utilisés. Des cartographies participatives et des enquêtes ethnobotaniques ont été réalisées avec les villageois, associées à une observation participante. La modélisation chorématique a utilisé l'ensemble des données

ainsi produites pour être appliquée à deux périodes, avant et après 1970, année charnière au Pérou pour l'agriculture.

Dans la cinquième partie des « *Résultats* », nous exposons successivement les résultats obtenus à l'issue de chaque type de méthode appliquée. Il s'agit d'abord des résultats cartographiés et géo-référencés de la perception qu'ont les villageois de la présence et de la distribution de chacune des espèces de parents sauvages du quinoa sur les différents espaces de leurs territoires (parcelles de quinoa, d'autres cultures, espaces non cultivés). Il en découle aussi des informations sur la richesse en nombre d'espèces perçues présentes en fonction de chaque type d'espace territorial. Ensuite, les résultats issus des entretiens ethnobotaniques montrent d'une part les capacités des personnes interviewées (selon leur ethnie, leur âge et leur genre) à reconnaître les différentes espèces et d'autre part les différents usages qu'en connaissent ou pratiquent ces personnes. Enfin, les chorèmes construits visualisent les facteurs socio-spaciaux qui interviennent sur la distribution de ces espèces.

Avec la sixième partie « *Discussion et Perspectives* » nous discutons à la fois nos résultats et les méthodes utilisées pour les confronter aux études existantes. Cela nous conduit à questionner les pratiques locales de gestion des ressources phytogénétiques sous l'angle de la durabilité des systèmes agricoles pour réfléchir à la conservation dynamique [*in situ*] de la biodiversité sauvage et cultivée conduite de façon dirigée, ou non, suivant les activités des communautés locales. Cette discussion aboutit à souligner que la mise en œuvre de projets de développement agricole pour la conservation *in situ* de l'agrobiodiversité doit prendre en compte le maintien des espèces de parents sauvages du quinoa au-delà du simple cadre du champ cultivé, et doit aussi considérer les espaces non cultivés de l'agroécosystème, le tout comme un ensemble cohérent qui représente une voie pour la gestion collective de pools de gènes diversifiés. Ces projets doivent être un processus de construction sociale où les agriculteurs et les autres acteurs du territoire ont des rôles complémentaires à jouer dans l'objectif d'une conservation *in situ* des ressources phytogénétiques.

1. ETAT DE L'ART : LIENS ENTRE GEOGRAPHIE, BIODIVERSITE, DOMESTICATION ET GESTION DES RESSOURCES GENETIQUES VEGETALES

1.1. La géographie et la conservation de la biodiversité

L'accroissement démographique et économique, associé depuis le début du XIX^e siècle au progrès technologique, a eu pour conséquence des dégâts environnementaux et une destruction de la nature sans précédent (Mathevet et Godet, 2015; Mathevet et Poulin, 2006; Veyret et Simon, 2006). En conséquence, la biodiversité est devenue un enjeu majeur et les sciences du vivant visent aujourd'hui à comprendre les causes de la perte de ces ressources naturelles en même temps que promouvoir leur utilisation durable (Mathevet et Poulin, 2006). L'apport récent des sciences humaines et sociales, notamment de la géographie, souligne l'importance de considérer la biodiversité dans son contexte territorial (Veyret et Simon, 2006). Les géographes s'intéressent en effet aux différents enjeux que la biodiversité représente pour les sociétés dans leur interaction permanente avec la nature (Bazile, 2014).

Les changements d'origine anthropique de la Nature amènent à s'interroger sur la place des humains dans la Nature et sur leurs relations à cette Nature (Mathevet et Marty, 2015; Mathevet et Poulin, 2006). Aux XVIII^e et XIX^e siècles, la perception de la Nature s'appuyait sur deux idées principales : celle d'une Nature harmonieuse en état d'équilibre en l'absence d'anthropisation, et celle de l'Homme comme agent responsable de la dégradation de cet état de Nature originelle (Veyret et Simon, 2006). Au cours du XIX^e siècle, les discours conservationnistes se renforcent et opposent Nature et Société (Moreau 2005 in Veyret et al. 2005). Cette opposition trouve sa justification dans l'écologie qui s'intéresse au vivant mais exclut l'Homme de la « science des écosystèmes » (Bazile, 2014; Veyret et Simon, 2006). La protection de la nature sous les statuts de parcs naturels ou de réserves vont ainsi exclure les sociétés humaines. Toutefois, certains auteurs comme Jean-Claude Lefeuvre reconnaissent « *l'homme comme un élément structurant des écosystèmes et des paysages, comme "une source de*

perturbations, comme un nouveau moteur de l'évolution par les changements qu'il impose à la planète » (Lefeuvre 1981 in Veyret et Simon, 2006).

A la fin du XX^e siècle, le débat sur la biodiversité s'est progressivement déplacé de l'écologie à l'économie, au social et au culturel (Veyret et Simon, 2006). Pour la géographie, qui étudie depuis longtemps les modifications anthropiques de la Nature (Marsh, 1864; Reclus, 1866, 1869 in Mathevet et Marty 2015), la conservation de la biodiversité met en jeu des phénomènes géographiques. La géographie se propose aussi d'étudier les organisations sociales selon leurs conditions de production et de reproduction dans l'espace (Bazile, 2014), dans une perspective qui intègre l'évolution des territoires concernés (Veyret et Simon, 2006).

La compréhension des problèmes de conservation de la biodiversité fait appel à l'interdisciplinarité. Elle doit intégrer le savoir écologique et les savoirs produits par les sciences géographiques et politiques, par la sociologie, l'économie et les sciences de la gestion (Mathevet et Poulin, 2006), en incluant la dimension éthique comme un élément décisif (Blandin, 2010; Larrère et Larrère, 2011; Maris, 2010). D'un point de vue interdisciplinaire, il y a actuellement en géographie quatre courants qui s'intéressent à la biodiversité (Bazile, 2014). Le premier courant associe géographie et écologie et « [...] *a surtout des implications dans la biologie de la conservation, la biogéographie, les modèles spatiaux de la biodiversité et du changement climatique, mais aussi et surtout dans l'appropriation du concept anglo-saxon d'écologie du paysage (landscape ecology) par les géographes* » (Bazile, 2014).

Le deuxième courant associe géographie et écologie en intégrant la dimension humaine. Ici, le fait de conjuguer l'économie, l'écologie et la société est crucial. Ce courant s'oriente vers les théories de la conservation qui intègrent le développement économique. « *L'espace géographique donne alors un sens plus large à l'environnement qui comporte "des éléments naturels et des éléments matériels, mais aussi des personnes, leurs activités, leurs relations, leurs cultures, leurs institutions"* (Brunet, 1993). *Cela embrasse donc tout ce qui nous entoure et agit sur nous aux différentes échelles d'analyse* » (Bazile, 2014). La géographie est présente dans l'analyse des espaces naturels et de la biodiversité en tant que productrice d'une connaissance relative aux acteurs et à leurs décisions, et également aux effets de leurs pratiques sur la biodiversité (Mathevet et Godet, 2015).

Le troisième courant est la géographie économique, qui s'approprie le concept de développement durable « *pour traiter de la vulnérabilité des populations en développant le rapport pauvreté/environnement dans les modèles économiques. Cette orientation débouche sur la valeur donnée à la biodiversité et à sa conservation notamment dans le cadre de la fourniture de services à la société* » (Bazile, 2014).

Le quatrième courant est l'approche par les communautés de l'accès aux ressources. Les courants précédents montrent que l'engagement d'actions de gestion de l'espace naturel dépend de conceptions normatives qui bornent l'espace des possibles gestionnaires (Mathevet et Marty, 2015). Dans ce quatrième courant, maintenir de l'activité humaine pour favoriser l'hétérogénéité du milieu et considérer les sociétés comme des facteurs de conservation sont vus comme des aspects décisifs dans le maintien de la diversité, de la richesse et, donc, de la stabilité des écosystèmes (Veyret et Simon, 2006). La géographie peut ici contribuer à mieux comprendre les modes de gestion et de partage des bénéfices (Weber, 1995; Ostrom, 1990, 2005, 2009 in Mathevet et Marty 2015), ainsi qu'à analyser les conditions territoriales d'existence de stratégies humaines. Ces stratégies visent à conserver la nature sauvage au sein des espaces humanisés, dans une perspective d'amélioration des conditions de vie des humains comme des non-humains (Mathevet et Marty, 2015). « *Les géographes de ce courant de pensée s'appuient sur des approches locales avec une prise en compte des savoirs traditionnels des communautés locales. Pour respecter leurs points de vue et représentations à forte valeur culturelle, la conservation s'est fortement appuyée sur les approches participatives* » (Bazile, 2014). Les travaux de Berkes (1989) et d'Ostrom (1990) ont révélé l'importance de la démarche participative concernant les institutions relatives à la gestion de ressources naturelles renouvelables. « *Ces auteurs soulignent l'efficacité limitée de la gestion centralisée par l'Etat et avancent que les communautés sont les plus à même de gérer efficacement leurs ressources, car elles en ont non seulement la capacité, mais également la motivation, puisque leur survie dépend de la préservation de ces ressources* » (Barnaud et Mathevet, 2015).

D'une manière générale, la géographie tente d'aborder le problème complexe du rapport Homme – Nature (Veyret et Simon, 2006). Le paysage comme produit visible du milieu géographique est constitutif du territoire (Mathevet et Poulin, 2006) et joue un rôle important dans la préservation des habitats et des espèces. Les mosaïques paysagères sont

le résultat de processus naturels et des pratiques agraires adoptées et adaptées par les sociétés rurales qui ont aussi créé de la diversité génétique par le jeu des multiples sélections et croisements opérés à travers l'histoire de l'agriculture (Veyret et Simon, 2006). Gabriel Rougerie (1988) dans son ouvrage « *Géographie de la Biosphère* » privilégie l'approche géographique, à travers la biogéographie, pour présenter les grands types de végétation, et il montre comment l'interaction des facteurs temps, espace et milieu conditionne la répartition et l'évolution de la Vie. Il analyse les systèmes organisés à des niveaux croissants : écosystème, géosystème et paysage, où les facteurs naturels et anthropiques jouent un rôle plus ou moins important (Rougerie 1991, 2000 et 2004 in Bazile 2014).

Le territoire est alors un espace produit, issu de l'organisation collective de la société et de la nature, qui permet d'appréhender les actions différenciées des sociétés humaines sur l'espace et la biodiversité (Mathevet et Poulin, 2006; Veyret et Simon, 2006). Lorsque le territoire intègre des acteurs, il est le reflet des actions, des projets et des conflits qu'entretiennent ces acteurs avec leur espace (Veyret et Simon, 2006).

1.2. Une nouvelle crise de la biodiversité ?

Depuis les années 1990, l'idée d'une crise de la biodiversité déclenchée par les activités humaines est devenue un enjeu interdisciplinaire où les chercheurs des sciences dures et ceux des sciences humaines et sociales essaient de proposer des principes et des outils pour tenter de préserver la biodiversité (Mathevet et Godet, 2015; Soulé, 1985). Le paléontologue Richard Leakey (1996) dit que la crise de la biodiversité contemporaine est comparable aux cinq grandes crises d'extinction définies par les paléontologues au cours de l'histoire de la Terre : crises de l'Ordovicien, du Dévonien, du Permien, du Trias et du Crétacé. La crise de l'Holocène, que nous vivons actuellement, est unique par son origine essentiellement anthropique et par la vitesse de disparition des espèces (Blandin, 2010; Leakey, 1996; Mathevet et Godet, 2015; Mauz, 2011).

Quatre grands facteurs d'origine anthropique menacent la conservation de la biodiversité contemporaine : la fragmentation des habitats, les invasions biologiques, la surexploitation des espèces et les extinctions en chaîne (Diamond, 1984 in Mathevet et Godet 2015). Depuis 1970, des tentatives de solutions émergent pour résoudre les effets négatifs du modèle minier de développement économique qui a suivi la Seconde Guerre

mondiale (Lairez et Feschet, 2015). C'est dans ce contexte qu'en 1987, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement des Nations Unies (CMED, créée en 1983), présidée par Gro Harlem Brundtland, rédige le *Rapport Brundtland* (intitulé « *Our Common Future* ») en introduisant une notion nouvelle, le développement durable, dont la définition entend marquer la différence par rapport aux conceptions antérieures du développement (Laganier et al., 2002). Cette définition, politique, reste pourtant assez vague : « *Un développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre les capacités des générations futures à satisfaire les leurs* » (*Rapport Brundtland*, 1987).

Par rapport aux conceptions antérieures, la définition du développement durable du *Rapport Brundtland* amène une première différence. Elle invite à penser le développement à l'échelle du monde, tout en s'appliquant à l'échelle des territoires locaux (Laganier et al., 2002). Elle affirme que le développement est un processus qui doit être adapté aux territoires locaux. La participation des populations est essentielle, les acteurs locaux sont censés se coordonner pour mettre en œuvre un projet de développement où ils sont partie prenante (Lairez et Feschet, 2015).

Une seconde différence est que le développement durable obligerait à concilier développement économique et préoccupation environnementale. Sa définition rappelle en effet que le développement économique et la préservation de l'environnement doivent se rejoindre autour d'un même et unique enjeu, le bien-être durable des populations. C'est pourquoi le *Rapport Brundtland* préconise de mettre en œuvre des politiques qui permettent d'assurer à tous une alimentation suffisante tout en préservant les écosystèmes (Veyret 2005).

Lors du troisième sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992, la notion de développement durable est approfondie et conçue autour de trois piliers : il doit être à la fois économiquement performant, socialement équitable et respectueux de l'environnement. En 2002, lors du Sommet mondial sur le développement durable de Johannesburg (quatrième sommet de la Terre), s'est ajouté un quatrième pilier, la gouvernance (Jégou, 2007 in Lairez et Feschet 2015).

Le concept de développement durable s'intéresse à différentes disciplines et prend progressivement sa place dans l'évolution des recherches sur le rapport entre les sociétés humaines et la Nature, le terme *Nature* étant remplacé par celui d'*environnement* dans

une considération plus fonctionnelle (Clément, 2004). La géographie, abordant le rapport entre les sociétés et l'organisation de l'espace, se retrouve dans cette idée de durabilité (Robic et al., 2002 in Clément 2004) et contribue à clarifier les niveaux d'analyse. Ce faisant, les géographes rappellent aussi, comme le font Sylvie Brunel (2008) et Yvette Veyret (2005), que le volet environnemental ne doit pas occulter les volets économiques et sociaux et que, dans une démarche géographique, la combinaison des trois volets dans l'espace des sociétés doit être privilégiée.

Lors du sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992, a également été signée La Convention sur la diversité biologique (CDB, *Convention on Biological Diversity*), inspirée par l'engagement croissant de la communauté internationale pour le développement durable. Cela a été l'occasion d'une prise de conscience mondiale sur les enjeux globaux et locaux liés à la perte de biodiversité et sur la responsabilité collective à gérer les ressources naturelles en tenant compte des générations futures (Blandin, 2010; Hainzelin et Nouaille, 2013; Maris, 2010; Mathevet et Godet, 2015).

Le concept de biodiversité est lancé par Walter G. Rosen, biologiste américain, lors de la préparation du premier forum sur la diversité biologique (*National Forum on BioDiversity*) qui s'est tenu en 1986 aux Etats-Unis. Ce concept est alors considéré dans son sens littéral, comme la diversité du vivant. La biodiversité est envisagée de l'échelle moléculaire à l'échelle de la biosphère, bien que les écologues s'intéressent plutôt aux populations, communautés et écosystèmes (Krebs, 2001 in Levrel 2006). Walter G. Rosen a suggéré le mot biodiversité en remplacement de diversité biologique, et il a ensuite été repris et popularisé en 1988 par Edward O. Wilson lors de la publication du compte rendu de ce premier forum.

Dans les années qui ont suivi, le concept de biodiversité a fait l'objet de nombreuses publications internationales, notamment en préparation de la Conférence de Rio en 1992 (Blandin, 2010; Maris, 2010). Celle-ci marquera l'adoption du concept dans les discours politiques internationaux, inscrivant la diversité du vivant à l'agenda des négociations internationales sur l'environnement. La Convention sur la diversité biologique inclut dans le concept de biodiversité la « *variabilité des organismes vivants de tout origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité*

des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (Convention sur la diversité biologique, 1992).

Le concept de biodiversité s'est étendu au-delà de la simple description de la diversité du vivant : il considère aussi la diversité des modes d'interaction entre les humains et non-humains (Barbault et Chevassus-au-Louis, 2004 in Levrel 2006; Maris 2010). Les enjeux de la biodiversité doivent mettre en œuvre sa protection dans la compréhension de l'existence d'une diversité des visions du monde, des croyances et des valeurs (Maris, 2010). La biodiversité a une dimension socio-économique et culturelle essentielle, puisqu'elle est influencée par les activités humaines et les pratiques de gestion (Hainzelin et Nouaille, 2013). Néanmoins, pendant la décennie qui a suivi la Convention sur la diversité biologique, l'accent a été mis sur les questions écologiques et, dans une moindre mesure, sur celles économiques.

Le Sommet mondial du développement durable de Johannesburg (2002) a remis les aspects sociaux au centre des problématiques environnementales, et le rapport final comprend des recommandations pour la mise en place de mesures visant à réduire la pauvreté et protéger l'environnement. Les enjeux de conservation pure de la biodiversité sont désormais étroitement corrélés aux différentes dimensions du développement durable et à l'amélioration des conditions de vie des populations locales (Lairez et Feschet, 2015).

La biodiversité devient une figure de l'intérêt général (Marty et al., 2005) en migrant de la sphère scientifique vers la sphère publique (Maris, 2010). À l'échelle globale, la biodiversité est considérée « *dans ses rapports avec les enjeux majeurs que sont par exemple la réduction de la pauvreté, la sécurité alimentaire et l'approvisionnement en eau potable, la croissance économique, les conflits liés à l'utilisation et à l'appropriation des ressources, la santé humaine, animale et végétale, l'énergie et l'évolution du climat* » (Babin, 2008). L'agriculture se situe donc au cœur des enjeux de la biodiversité et du développement durable et, en 1996, la Conférence des parties de Buenos Aires (COP4) a reconnu la nature particulière de la biodiversité agricole et la nécessité de solutions spécifiques (Hainzelin et Nouaille, 2013). Dans la même année, 150 pays adoptent le plan d'action mondial de conservation et d'utilisation durables des ressources phytogénétiques lors de la Conférence technique internationale de Leipzig (17-23 juin 1996), organisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) avec le

concours du gouvernement allemand. Les ressources génétiques des espèces végétales, depuis la Convention de la diversité biologique de 1992, prennent une place dominante dans l'agenda international (Bonneuil et Fenzi, 2011).

1.3. La conservation des ressources génétiques végétales : évolution des concepts et des actions

L'homme a puisé dans le potentiel de la biodiversité les ressources dont il avait besoin pour sa sécurité alimentaire. Les qualités de rendement, de résistance, d'adaptation des espèces sont fondées sur une diversité de caractères génétiques que l'on trouve dans les variétés anciennes et dans les formes sauvages des espèces cultivées (Hawkes, 1990). On parle de *ressources*, du fait de leur nature héréditaire : c'est ce que vont rechercher les sélectionneurs pour transférer les gènes (ou combinaisons de gènes) dans de nouvelles variétés en fonction de leurs objectifs d'amélioration des plantes. Le terme est apparu dès les années 1960, à l'époque où s'est posé le problème de maintenir la disponibilité de la diversité génétique agricole (Louafi et al., 2013), et il associe l'idée que la diversité du vivant se joue également au niveau du gène (Bonneuil et Fenzi, 2011).

A partir de 1900, à la suite de la loi de Mendel, qui fait du gène l'unité fondamentale du vivant, les généticiens vont constituer des collections de germoplasmes des races animales et variétés végétales de la planète dans le but de moderniser l'agriculture selon la théorie synthétique de l'évolution (le gène comme unité de transmission, de mutation et de sélection) et d'amélioration du vivant (Bonneuil et Fenzi, 2011).

Nicolaï Vavilov (1887-1943), botaniste et généticien russe, fut l'un des premiers scientifiques à faire un large travail de prospection pour la mise en place de collections de matériel végétal, des espèces sauvages ou cultivées, à des fins de recherche sur les gènes. Ces expéditions de collecte, via le programme d'amélioration des plantes cultivées ou potentiellement utiles à l'URSS, lui permirent de développer sa théorie sur les « centres d'origine », ou centres de diversification génétique des plantes cultivées (Pitrat et Foury, 2015). Pour Vavilov, les communautés paysannes ont joué un rôle de productrices de diversité à travers la domestication des espèces, attribuant une valeur fondamentale à la dimension anthropique et culturelle de la diversité cultivée (Bonneuil et Fenzi, 2011).

Des chercheurs contemporains à Vavilov, en Europe et en Amérique, ont aussi développé de grandes collections de matériel végétal des variétés traditionnelles dans le monde entier. Citons Hans Stubbe (1902-1989) en Allemagne, Jack Hawkes (1915-2007) au Royaume-Uni, et Harry Harlan (1882-1944) aux Etats-Unis. Ces collections ont servi aux recherches en génétique et en biologie de l'évolution, et elles ont constitué la base des premiers programmes de sélection et d'amélioration génétique des plantes en Europe (Jarvis et al., 2016).

Ces efforts de prospection ont été interrompus pendant la Seconde Guerre mondiale. Face à la famine survenue en Europe et plus largement dans le monde, les Etats ont mis l'accent sur la sécurité alimentaire et la production de masse des aliments (Jarvis et al., 2016). Un début de processus d'érosion génétique est déclenché par le développement de la production agricole industrielle d'après-guerre. Cette production, centrée sur la culture des variétés améliorées uniformes à la place des races locales, a entraîné une diminution de la diversité génétique des principales plantes cultivées (Van Soest, 1990). A cette période, la diversité génétique est vue comme un stock statique où les généticiens et sélectionneurs puisent, se considérant comme les seuls capables de transformer ces ressources en variétés améliorées. Les paysans se retrouvent de ce fait comme de simples usagers des innovations (Bonneuil et Fenzi, 2011).

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), préoccupée dès les années 1960 par cette érosion génétique agricole, organise des conférences pour discuter d'un effort de recensement et de conservation des plantes (Hawkes, 1990). Le « Technical Meeting on Plant Exploitation and Introduction » (1961) est le premier événement international à aborder la perte de diversité génétique. En 1961, 1967, 1973 et 1981, quatre conférences sont ainsi conduites pour définir les bases scientifiques et les mesures requises pour recueillir, conserver et évaluer les ressources génétiques (Frankel et al., 1970; Frankel et Hawkes, 1975; Holden et al., 1984). La FAO a d'abord pris en charge ces dossiers au sein de sa Division de la production végétale et de la protection des plantes puis, en 1968, a créé une sous-division de l'écologie végétale et des ressources génétiques (Bonneuil et Fenzi, 2011).

L'une des principales conclusions de ces conférences a été de privilégier la conservation *ex situ* sur la base de critères économiques, axée sur les plantes d'intérêt agronomique majeur au détriment de la conservation dans le milieu naturel des espèces

(Louafi et al., 2013). Le but de la conservation *ex situ* est de maintenir les caractères génétiques de l'échantillon original le plus longtemps possible sans qu'il y ait de mutation ou de dérive génétique. La conservation *ex situ* de gènes a porté sur trois méthodologies différentes. Les semences qui peuvent être séchées et stockées à faible température pour une période prolongée ont été conservées dans des banques de gènes. Les espèces sans semence ou avec des semences qui ne peuvent pas être conservées selon les conditions précédentes sont soit maintenues dans des banques de gènes de terrain (plantations), soit stockées sous forme de tissus, embryons, ou suspensions cellulaires, dans des banques de gènes *in vitro*. Pour certaines espèces, le pollen est également stocké (Jarvis et al., 2016; Louafi et al., 2013).

En 1971, le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI, *Consultative Group on International Agricultural Research*) est créé. Le GCRAI, soutenu par un consortium de donateurs aux côtés de la FAO, va contribuer à faire de la gestion des ressources génétiques en agriculture une discipline à part entière. En 1974, sous la houlette du GCRAI, a été créée l'une des plus importantes infrastructures de collecte et de conservation des ressources génétiques à l'échelle mondiale, le Conseil international des ressources phytogénétiques (*International Board for Plant Genetic Resources*, IBPGR), aujourd'hui devenu Bioversity International (Bonneuil et Fenzi, 2011; Louafi et al., 2013). La FAO se voit ainsi marginalisée dans la gestion des ressources génétiques du fait que l'IBPGR opère comme une institution du GCRAI qui lui apporte son budget (Pistorius et Wijk, 1999 in Bonneuil et Fenzi 2011).

L'IBPGR devient le coordinateur principal des collections d'une soixantaine de banques de gènes, principalement dans les pays en développement. Toutefois, des critiques politiques liées au mode de gouvernance mis en place par le GCRAI sur la gestion des ressources génétiques se font entendre. Plusieurs pays du Sud expriment leur préoccupation sur le développement d'un mécanisme de protection intellectuelle sur les inventions biotechnologiques, tandis que les ressources génétiques du Sud, matières premières des inventions biotechnologiques des pays industrialisés, sont gratuites (Bonneuil et Fenzi, 2011; Jarvis et al., 2016). Ces gouvernements posent la question de la propriété intellectuelle sur les collections des centres GCRAI.

En 1981, pour résoudre ces tensions, la FAO prend le contrôle de l'IBPGR et une convention internationale établit un nouveau système de banque de gènes indépendant du

GCRAI (Bonneuil et Fenzi, 2011). En 1983, l'Engagement international sur les ressources phytogénétiques (résolution 8/83 de la FAO) est négocié, réaffirmant les ressources génétiques comme « *patrimoine commun de l'humanité* ». Entre 1983 et 2001, année de l'adoption du TIRPAA (Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*), la Convention sur la diversité biologique avait remis aux Etats la souveraineté sur la biodiversité, ce qui s'oppose à la circulation des semences des agriculteurs. C'est seulement lors de l'adoption du TIRPAA en 2001 qu'a été rendue formelle la reconnaissance du droit des agriculteurs via l'article 9 (Bonneuil et Fenzi, 2011; Jarvis et al., 2016; Louafi et al., 2013), redéfinissant ainsi un nouveau modèle de bien commun avec le système multilatéral.

1.4. L'agrobiodiversité, un concept né de la sécurité alimentaire et du développement durable

En 1948, le droit à l'alimentation a été reconnu lors de la ratification de la Déclaration Universelle des Droits de l'Homme. En conséquence, après la Seconde Guerre mondiale, le processus de modernisation du système agricole a fortement augmenté la production agricole et la productivité du travail, au détriment de l'environnement et de la biodiversité (Deguine et al., 2016; Le Roux, 2008). Les bases de ce modèle productiviste se caractérisent par de grandes surfaces en monoculture avec des variétés normées, ainsi que par sa forte consommation en énergie, en eau et en intrants (Deguine et al., 2016). Le progrès génétique et les travaux sur la sélection variétale, associés au développement du machinisme et des intrants chimiques (engrais et pesticides), ont apporté une amélioration certaine des rendements et une autonomie alimentaire des pays (Ricou, 2014).

Les concepts relatifs à la sécurité alimentaire ont évolué au fil des années. L'expression *sécurité alimentaire* est apparue au Sommet mondial de l'alimentation en 1974, où elle a été définie en termes d'approvisionnement alimentaire : « *Capacité de tout temps d'approvisionner le monde en produits de base, pour soutenir une croissance de la consommation alimentaire, tout en maîtrisant les fluctuations et les prix* » (FAO, 1975). C'est seulement lors du Sommet mondial de l'alimentation de 1996 que sa définition a été élargie et rendue consensuelle. L'accent a été mis sur la dimension éthique et sur les

droits de l'Homme, et le droit à une nourriture adéquate a été officiellement adopté (Clay, 2002) : « *La sécurité alimentaire est assurée quand toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine* » (FAO, 1996).

Depuis le XXI^e siècle, le changement climatique, la perte de la biodiversité, la raréfaction des terres, les processus d'urbanisation et la pression démographique sont les grands enjeux agricoles de la planète (Deguine et al., 2016). Assurer la sécurité alimentaire est devenu un défi majeur. Le monde doit produire plus de nourriture, sur une surface plus réduite, avec une moindre consommation en eau et en énergie, tout en minimisant l'usage d'engrais et de pesticides (Beddington, 2010; UK APPG, 2010 in Lenné 2011). Face à ce contexte, la durabilité de la production agricole implique une nouvelle transformation de l'agriculture en accord avec les principes du développement durable et de la conservation de la biodiversité. La durabilité exige d'intégrer les critères économiques, environnementaux et sociaux sur des échelles de temps et d'espace suffisantes, la stratégie de production agricole devant tenir compte du milieu (sol, climat...), de la biodiversité présente, et des ressources mobilisables (Griffon 2007 in Hainzelin 2013; Bazile 2014).

Ce changement de paradigme considère l'ensemble de ce que l'on appelle l'*agroécosystème*. L'agroécosystème désigne les communautés végétales et animales qui interagissent physiquement et chimiquement avec leur environnement, qui lui-même a été modifié par la société humaine pour la production agricole et qui est connecté à d'autres écosystèmes (Altieri, 2004; Bazile, 2014; Conway, 1987; Griffon, 2017; Wood et al., 2015). L'objectif est alors de valoriser les ressources des écosystèmes au profit du fonctionnement durable des agroécosystèmes (Deguine et al., 2016).

Le bon fonctionnement de l'agroécosystème est assuré par la diversité des espèces qui coexistent et interagissent ; en retour, elle contribue à la productivité et à la stabilité des écosystèmes (Deguine et al., 2016). Cette biodiversité agricole, reconnue comme une ressource par les agriculteurs pour la production agricole (Hazard, 2016), introduit le concept d'*agrobiodiversité*, étroitement associé à la Convention sur la diversité biologique de 1992. L'agrobiodiversité fait référence à la variété et à la variabilité des organismes vivants qui contribuent à l'alimentation et à l'agriculture dans le sens le plus

large, et aux connaissances qui leur sont associées (Barbault et al., 2008). Qualset et al. (1995) ont défini l'agrobiodiversité comme « *all crops and livestock, their wild relatives, and the species that interact with and support these species: pollinators, symbiots, pests, parasites, predators and competitors* » (Qualset et al. 1995 in Lenné et Wood 2011). Pour certains auteurs, l'agrobiodiversité inclut aussi les terres cultivées et les champs, tout comme les habitats et les espèces hors du territoire des exploitations, mais qui bénéficient à l'agriculture et qui régulent les fonctions des écosystèmes (Jackson et al. 2007).

L'approche écosystémique de l'agrobiodiversité prise en compte par la Convention de la diversité biologique intègre à la fois les caractéristiques des écosystèmes et les parties prenantes dans leur gestion (Barbault et al., 2008). Les stratégies agricoles peuvent avoir un rôle positif dans la conservation de la biodiversité lorsqu'elles prennent en compte la complémentarité agriculture - biodiversité, que Perrings et al. (2006) qualifient sous trois angles : la biodiversité n'est pas une menace pour l'agriculture, elle est une clé de sa « *soutenabilité* » ; une agriculture « *biodiverse* » n'est pas une menace pour la biodiversité sauvage ; une agriculture « *biodiverse* » procure des services qui augmentent la capacité des organismes vivants de la Terre à faire face aux risques climatiques et aux autres risques environnementaux.

La conservation de l'agrobiodiversité est donc essentielle pour maintenir les processus écosystémiques, dont dérivent les « services environnementaux », c'est-à-dire l'ensemble des conditions qui permettent la vie sur Terre, régulent l'environnement et fournissent des ressources naturelles (y compris les ressources alimentaires), ainsi qu'un ensemble d'éléments non matériels culturellement valorisés (spirituels, récréatifs, esthétiques, scientifiques, pédagogiques) (Jarvis et al. 2011; MEA 2005 in Jardel Peláez et al. 2013). Dans les systèmes agricoles traditionnels, il existe une utilisation multiple des ressources naturelles : c'est le cas lorsque les paysans conservent dans leurs parcelles et dans les zones adjacentes un grand nombre d'espèces ainsi que des habitats variés, grâce à une gestion diversifiée du territoire et des ressources naturelles (Toledo et al. 1976, 2003, Altieri et al. 1987 in Jardel Peláez et al. 2013).

L'évolution de l'agrobiodiversité reflète le dynamisme des multiples relations entre les sociétés humaines, les plantes et leur environnement, ces relations traduisant la recherche permanente de solutions face à de nouveaux défis ou de nouvelles difficultés (Brookfield 2012). Les changements dans la façon dont les sociétés humaines

interagissent avec leur environnement dépendent du contexte des conditions culturelles, économiques et institutionnelles, et non pas seulement de l'adoption de moyens techniques. Ces changements sont reliés étroitement et de manière dialectique à l'agrobiodiversité et à sa conservation (Lenné et Wood, 2011; Wood et Lenné, 1999). C'est pourquoi, en 1989, la FAO a déclaré, en lien avec la conservation de l'agrobiodiversité, que « *la conservation in situ est la seule méthode rationnelle actuellement disponible pour conserver une grande variété d'écosystèmes, d'espèces et de gènes, aujourd'hui vulnérables, menacés ou en danger. Non seulement la conservation in situ des ressources génétiques permet la conservation d'un ensemble de différentes espèces et la co-évolution des systèmes biologiques, mais elle est compatible avec une gestion permettant la fourniture durable de biens qui répondent aux besoins quotidiens des populations locales : nourriture, fourrage et plantes médicinales, bois d'œuvre, bois d'industrie et bois de feu, notamment* » (FAO, 1989).

Toutefois, la conservation de l'agrobiodiversité a été un sujet marginalisé dans les politiques de conservation pendant une longue période (Wood et Lenné, 1999). Le début des efforts de conservation de l'agrobiodiversité a été fait *ex situ* en banques de gènes sur des espèces d'importance économique en agriculture (Louafi et al. 2013). Puis, vers les années 1960, des avancées en conservation *ex situ* et *in situ* ont été enregistrées (Maxted, 2012) mais toujours au détriment des espèces sauvages apparentées à des plantes cultivées (ou *crop wild relatives*, CWR) qui ont continué à disparaître partout dans le monde (Hunter et Heywood, 2010a). Or, les espèces sauvages apparentées à des plantes cultivées constituent une part significative des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (Frese et al., 2012). Il est aujourd'hui indispensable d'assurer leur conservation à la fois dans des espaces naturels et dans des banques de gènes tant que la diversité génétique qu'elles représentent est disponible (Frese et al., 2012; Hunter et Heywood, 2010a; Maxted et al., 2007).

1.5. Les espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées (*crop wild relatives*, CWR), immense source de potentiel génétique

L'importance de la diversité phytogénétique pour améliorer la productivité des agroécosystèmes afin d'assurer durablement la sécurité alimentaire a été largement soulignée depuis plus de 30 ans (Altieri et Merrick 1987; Hoyt 1992; Brown et Hodgkin 2012; Louafi et al. 2013; Dulloo et al. 2015). Les travaux concernés font valoir que l'agrobiodiversité doit être gérée en considérant à la fois sa conservation et ses usages (Louafi et al. 2013). L'agroécosystème comprend des espèces végétales appartenant à trois catégories de plantes qui, ensemble, forment son agrobiodiversité (Wale et al., 2011 in Louafi et al. 2013) :

- « Les espèces de plantes délibérément semées ou plantées pour récolter de la nourriture, des fibres, du bois ou simplement décorer, etc. ;
- Les espèces sauvages apparentées [aux espèces cultivées] et avec lesquelles elles peuvent se croiser. Celles-ci constituent le pool génétique associé aux espèces cultivées (*crop wild relatives* ou CWR) pouvant évoluer de façon autonome, échanger avec l'espace cultivé ses ravageurs et maladies, et parfois même être source d'aliments lors des périodes de famine ;
- Les espèces sauvages de l'environnement agricole qui interagissent avec le système de production agricole en fournissant divers services dont ceux de régulation. »

Les espèces sauvages apparentées à des plantes cultivées (*crop wild relatives*, CWR), qui forment la deuxième catégorie, ont été définies comme des espèces végétales sauvages qui n'ont pas été domestiquées et qui sont plus ou moins étroitement apparentées à une espèce de plante cultivée particulière à laquelle elles peuvent fournir du matériel génétique (Heywood, 2008; Maxted et al., 2006). Ces espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées constituent un immense réservoir de variabilité génétique. Elles sont présentes dans une grande variété d'habitats et se sont adaptées aux conditions locales. C'est pourquoi elles représentent aujourd'hui une source génétique potentielle d'adaptation des plantes cultivées face aux changements de l'environnement et des besoins humains (CGRFA, 2015; Hunter et Heywood, 2010a; Maxted et al., 2008).

La domestication a été définie comme l'adaptation de plantes, faite plus ou moins consciemment par l'homme en fonction de ses besoins (Gallais et Ricroch, 2006). Elle a façonné l'agriculture depuis ses débuts dès le Néolithique (Hoyt, 1992; Mazoyer et Roudart, 2017). Mais, en définitive, le nombre d'espèces domestiquées par l'homme est restreint, en raison des prédispositions nécessaires à la domestication et du petit nombre de mutations intéressantes pour l'homme ou favorables au processus de domestication (Gallais et Ricroch, 2006).

L'amélioration des plantes en tant qu'activité, et notamment l'utilisation des espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées comme ressource phytogénétique, s'est vraiment développée depuis le milieu du XIX^e siècle et a fourni une diversité génétique essentielle pour l'amélioration des cultures (Gallais et Ricroch 2006; Maxted et Kell, 2009 in Kell et al. 2012). Cependant, le potentiel phytogénétique réel de ces espèces sauvages apparentées dépend de l'identification de leurs gènes d'intérêt et de la compréhension de la relation génétique entre l'espèce cultivée et ses parents sauvages (CGRFA, 2015). Il existe en effet différents degrés de parenté qui rendent plus ou moins complexe l'utilisation de ce potentiel. Ces degrés sont fondés sur l'importance des échanges de gènes avec la plante cultivée, ainsi que le conçoit l'approche génécologique, qui « *utilise souvent le concept de pool génétique de Harlan et de Wet (1971) pour définir le degré de relation, en se fondant sur la facilité relative avec laquelle des gènes peuvent être transférés entre espèce sauvage et plante cultivée* » (Hunter et Heywood, 2010a). Le concept de pool génétique a trois degrés de relation : le pool primaire où les échanges de gènes sont naturellement faciles ; le pool secondaire où les échanges sont possibles mais ne se font pas naturellement (les espèces ne partageant pas la même aire de distribution) ; et le pool tertiaire où il faut l'intervention du génie génétique (Gallais et Ricroch, 2006; Hoyt, 1992; Hunter et Heywood, 2010a).

La notion de conservation des espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées est apparue dans les agendas internationaux à partir des années 1990. Le premier Plan d'action mondial pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (*Global Plan of Action for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, GPA) a été adopté en 1996 lors de la Conférence de Leipzig. Puis, en 2001, les pays signataires du Traité international sur les ressources phytogénétique pour l'alimentation et l'agriculture (TIRPAA) ont fait de la

conservation *in situ* des espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées une priorité nationale (Meilleur et Hodgkin, 2004 in Hunter et Heywood 2010). Le deuxième GPA, adopté par la FAO en 2011, a introduit les nouveaux défis tels que le changement climatique et l'insécurité alimentaire. Une des activités prioritaires de ce Plan est la promotion de la conservation de la gestion *in situ* des plantes cultivées et de leurs espèces apparentées sauvages (FAO, 2012). La conservation *in situ* consiste à maintenir et conserver la diversité des plantes dans leur habitat naturel (Hoyt, 1992). Cela a pour avantage, par rapport à la conservation *ex situ*, de permettre aux espèces de poursuivre leur évolution en même temps que les facteurs de leur environnement. Mettre en œuvre une approche de conservation *in situ* comprend la localisation et la description des caractéristiques du milieu, la gestion active avec les populations humaines locales et le contrôle de la dynamique des peuplements de plantes visées dans leur habitat naturel ou dans l'espace où elles ont développé leurs caractéristiques distinctives (CGRFA, 2015). La conservation *in situ* inclut les aspects biculturels des communautés paysannes en s'appuyant sur des approches participatives (Bonneuil et Fenzi, 2011). L'ouvrage « *Genes in the field* » (Brush, 2000) valorise cette approche puisqu'il s'agit de « *comprendre la structuration et la dynamique de la diversité génétique sur le terrain, à la rencontre de la génétique des populations et de l'anthropologie des pratiques semencières des communautés paysannes, et de mobiliser ces savoirs pour la conservation in situ* » (Bonneuil et Fenzi 2011).

Formellement, la conservation *in situ* des espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées prend place dans des aires protégées comme les réserves et les parcs naturels (Brush, 2000; Maxted et al. 2007; Hunter et Heywood 2010; Maxted 2012), mais les informations détaillées sur ces espèces font défaut en raison de l'absence d'inventaire approfondi (Hunter et Heywood, 2010a). Le nombre total de ces espèces dans le monde reste inconnu ; il a été estimé qu'il y a entre 50 000 et 60 000 espèces cultivées et espèces sauvages apparentées actuellement (Maxted et Kell, 2009 in Dulloo et al. 2015). Or la majorité de ces espèces sauvages apparentées sont présentes en dehors des aires protégées et il y a encore peu d'expériences de conservation hors de ces aires qui prendraient en compte ces caractéristiques (Hunter et Heywood, 2010a; Iriondo et De Hond, 2008). La multiplicité et la complexité des structures politiques et administratives nationales en dehors des aires protégées rendent extrêmement difficile la mise en œuvre d'une stratégie

ou d'un cadre commun de conservation *in situ* des espèces sauvages apparentées (Hunter et Heywood, 2010a).

Désormais, la gestion des ressources génétiques dans le cadre de l'agrobiodiversité doit concevoir la biodiversité comme un flux permanent qui dépasse les anciennes représentations du vivant érigées par le modernisme du XX^e siècle (entre espèces, entre nature et culture, entre sauvage et cultivé, etc.) (Bonneuil et Fenzi, 2011). Étant donné l'hétérogénéité des espèces, des environnements, des menaces et des besoins, il ne peut pas exister un plan unique de sauvegarde de la biodiversité ou de conservation *in situ* des espèces cultivées et de leurs espèces sauvages apparentées. Aujourd'hui, la conservation et la protection de ces espèces sauvages de l'agrobiodiversité au sens large ne doivent plus opposer les approches *in situ* et *ex situ* (Brush, 2000). Trois échelles simultanées doivent être considérées dans cette gestion des ressources génétiques : le niveau géographique, le niveau de management et les aspects socio-économiques (Louafi et al. 2013).

1.6. La domestication des espèces et les centres d'origine des plantes cultivées

La domestication des plantes s'est faite à la fois dans l'espace et dans le temps (Demol, 2002). Les travaux précurseurs sur l'origine des plantes cultivées selon leur géographie remontent à la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e siècle, avec les travaux de Humboldt (1767-1835) en Amérique du Sud, suivi par A.P. de Candolle (1778-1841) en Europe, et son fils A. de Candolle (1806-1893) qui a notamment écrit en 1883 le livre intitulé « *Origine des plantes cultivées* » (Pitrat et Foury 2015). A. de Candolle, botaniste et phytogéographe suisse, pressent le concept de « *centres d'où les espèces les plus utiles se sont répandues* ». Il est en cela considéré comme le précurseur de la biogéographie (Demol, 2002). Ces recherches ont été poursuivies par Matthias Jakob Schleiden qui montre vers 1850 le rôle des plantes cultivées comme marqueurs parfaits des mouvements humains à travers le monde, et par T. H. Engelbrecht (1853-1935) qui s'intéresse aux méthodes de domestication par rapport aux zones climatiques et aux conditions écologiques (Pitrat et Foury 2015).

Enfin, N. Vavilov (1887-1943) a entrepris de nombreuses explorations dans le monde afin de collecter le matériel végétal (plantes cultivées et sauvages proches), qu'il a accompagné de données explicatives sur les facteurs socio-environnementaux (Bonneuil et Fenzi, 2011). Vavilov constata qu'il existe des zones particulières caractérisées par une grande richesse de formes cultivées pour certaines espèces, il les nomme « centres de diversité ». Il met en évidence que cette diversité génétique est conditionnée par des facteurs climatiques, édaphiques, culturels et ethniques des peuples qui les cultivent (Bonneuil et Fenzi, 2011; Demol, 2002). Les caractéristiques d'un centre de diversité sont ainsi décrites par Demol (2002) :

- *« hétérogénéité du milieu (diversité des paysages, multiplicité des cycles culturels, diversité des parasites),*
- *multiplicité d'espèces voisines de l'espèce cultivée,*
- *présence d'hybrides interspécifiques (introgression),*
- *diversité des variétés cultivées (polymorphisme intraspécifique et intrapopulation élevé),*
- *fréquence élevée de caractères à allèles dominants (indication d'un taux moyen d'hétérozygotie élevé). »*

Pour Vavilov, ces centres de diversité correspondent à des centres d'origine des espèces cultivées et de l'agriculture elle-même. Vavilov distingue d'abord sept, puis huit centres d'origine dans le monde (avec trois sous-centres), localisés essentiellement entre 20° et 45° de latitude et plutôt en zones montagneuses tropicales et subtropicales ou semi-désertiques pauvres en oasis (Demol, 2002; Pitrat et Foury, 2015). Les centres d'origine sont les suivants (Figure 1) : Chine (1), Inde (2), Asie centrale (3), Proche-Orient (4), Méditerranée (5), Abyssinie (6), Sud du Mexique et Amérique centrale (7), Pérou, Bolivie, Equateur (8). Deux centres secondaires sont rattachés au centre d'origine (8), les Iles Chiloé (9), et le Brésil et le Paraguay (10).

En 1968, P.M. Zhukovsky ajoute quatre centres à ceux reconnus par Vavilov : Indonésie, Inde et Chine (11), Australie et Nouvelle-Zélande (12), Euro-Sibérie (13), Amérique du Nord (14). Avec cet ajout, P.M. Zhukovsky met en évidence la différence dans la distribution des espèces sauvages et des cultigènes (plantes cultivées sélectionnées par l'Homme) (Demol, 2002).

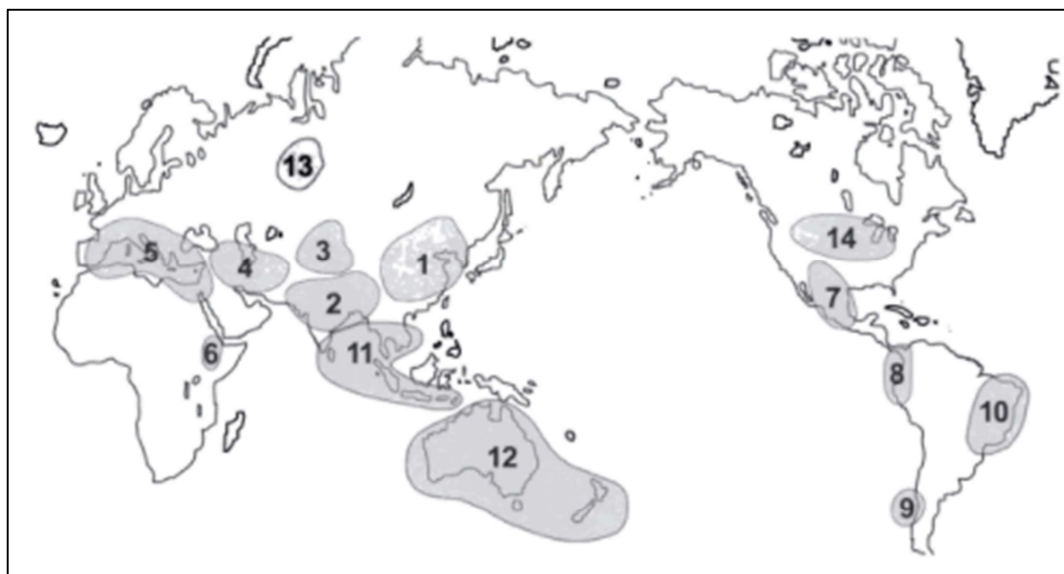


Figure 1. Les centres d'origine des plantes cultivées, d'après Vavilov et ses successeurs (source de la carte : Demol, 2002). 1 : Chine – 2 : Inde – 3 : Asie centrale – 4 : Proche-Orient – 5 : Méditerranée – 6 : Abyssinie – 7 : Sud du Mexique et Amérique centrale – 8 : Pérou, Bolivie, Equateur – 9 : Iles Chiloé, Chili – 10 : Brésil, Paraguay – 11 : Indonésie, Inde et Chine – 12 : Australie, Nouvelle-Zélande – 13 : Euro-Sibérie – 14 : Amérique du Nord.

Pendant la révolution agricole du Néolithique, les sociétés de cultivateurs et d'éleveurs ont introduit et développé les espèces domestiquées dans la plupart des écosystèmes de la planète, les transformant en écosystèmes cultivés (Mazoyer et Roudart, 2017). Du point de vue des espèces, ce processus agricole met en jeu deux types de zone géographique : *« la zone d'origine d'une espèce, celle où le progéniteur sauvage est présent ainsi généralement que des espèces sauvages voisines. C'est habituellement dans cette région que la domestication a eu lieu ; et la zone de diversification, où de nombreuses formes ont été sélectionnées par les agriculteurs à partir du premier type domestiqué. Ce peut être la zone d'origine, mais pas toujours »* (Pitrat et Foury, 2015).

Le processus de domestication des espèces est un processus de transformation biologique, qui résulte de manière presque automatique des activités de protoculture appliquées à certaines espèces sauvages (Mazoyer et Roudart, 2017). *« On peut définir la domestication comme l'ensemble des processus d'évolution d'une population végétale ou animale sous la double contrainte de ses propres aptitudes morphologiques, physiologiques donc génétiques à s'adapter et du pouvoir de l'homme à conduire ces transformations »* (Pitrat et Foury, 2015).

Le processus de la domestication des espèces est classiquement décrit en trois stades (Pitrat et Foury, 2015) :

- prédomestication. C'est l'action de populations humaines non agricoles consistant en une protection et une dissémination de plantes et d'animaux jugés utiles. Cette action primordiale a des avantages sélectifs différents de ceux des conditions antérieures, en particulier la dispersion des plantes, phénomène essentiel à ce stade d'évolution ;
- domestication adaptative. C'est la création progressive par l'Homme d'un nouvel environnement favorable à certaines plantes qui se révéleront intéressantes. Il n'y a donc pas encore d'action directe sur la plante, mais de nouvelles adaptations liées aux modifications de milieu entraînent des rapports nouveaux entre les espèces présentes, aussi bien entre elles-mêmes qu'entre leurs formes encore « sauvages » ;
- domestication agricole. C'est l'assujettissement complet par l'action directe de l'homme sur la plante, combinée à l'évolution des techniques culturales. Ce stade est dominé par les facteurs contrôlant le fonctionnement, l'évolution et la diffusion des systèmes agricoles naissants. Le choix des plantes à cultiver revêt une très grande importance.

Cependant, toutes les plantes n'ont pas subi les trois stades de domestication puisque certaines n'ont eu de relations privilégiées avec l'Homme qu'après l'installation de l'agriculture proprement dite. Certains spécialistes estiment que la domestication a non seulement profondément transformé la plante mais aussi, en retour, influencé très fortement les comportements humains induisant des interactions durables (Pitrat et Foury, 2015).

2. LE PEROU ET LE QUINOA, EMBLEMATIQUES DES GRANDS ENJEUX ACTUELS DE BIODIVERSITE ET D'AGRICULTURE

Depuis 8 000 ans, les habitants des Andes ont commencé un processus de domestication des plantes et des animaux. Ce processus a abouti à une grande diversité des espèces végétales et animales indigènes, adaptées aux conditions écologiques, climatiques et environnementales uniques de cette zone géographique (Gonzales, 2000). La grande région des Andes comprennent 84 des 103 écosystèmes identifiés dans le monde, et elle est considérée comme un des huit principaux centres de diversité au niveau mondial (ISNAR 1987 in Gonzales 2000). Ce centre de diversité est limité aux hautes montagnes du Pérou, de la Bolivie et de l'Equateur. « *En raison de sa situation dans la zone torride et à cause des grandes inégalités d'élévation que présente son territoire, le Pérou offre tous les phénomènes météorologiques de l'univers, c'est dire que son climat est extrêmement varié* » (Walle 1913 in Morlon 1992).

Le Pérou est caractérisé par l'absence de céréales. Les plantes à graines utilisées pour la production d'amidon sont des *Chenopodiaceae* et des plantes à tubercules amylacés. En particulier, le Pérou est reconnu pour être le centre d'origine d'espèces telles que le quinoa, *Chenopodium quinoa* Willd., la pommes de terre, *Solanum tuberosum*, ainsi que bien d'autres espèces, notamment *Oxalis tuberosa* (l'oxalis), *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum*, *Chenopodium pallidicaule* (*cañihua*, un parent sauvage très utilisé du quinoa), *Amaranthus caudatus* (Demol 2002; Tapia et al. 2007).

2.1. Les systèmes agraires de montagne dans les hautes Andes péruviennes

Au Pérou, le massif montagneux des Andes occupe le quart du territoire national. Il est composé de deux cordillères d'orientation nord-est/sud-ouest. Ces cordillères de haute altitude encadrent un ensemble contrasté de hauts plateaux froids et secs, de vallées perchées, aux versants plus ou moins abrupts, et des plaines alluviales d'altitude qui constituent l'Altiplano (Mazoyer et Roudart, 2017). A l'intérieur de ce massif, Pulgar

Vidal (1987) a distingué différentes régions naturelles, en se basant sur la distribution de la faune et de la flore ainsi que sur les connaissances et les classifications géographiques populaires. Tapia (1994), en ajoutant des variables agronomiques et ethnographiques, a proposé cinq grandes « zones agroécologiques » des Andes : *Yunga* ; *Quechua* ; *Suni* ; *Puna* désertique et *Puna* humide au sud du Pérou et *Jalca* pour le nord du Pérou ; *Janka*.

Les zones agroécologiques d'altitude, *Suni*, *Puna* et *Janka*, ont été décrites comme suit (Dollfus 1992 in Morlon 1992; Tapia et al. 2007; Mazoyer et Roudart 2017) :

- la zone agroécologique *suni*, étage qui va de 3 400 à 3 800 m d'altitude, présente une végétation spontanée peu abondante et fortement dégradée, qui se réduit à des formations herbeuses et arbustives clairsemées. La température moyenne annuelle est de 10 °C, avec des gelées nocturnes en saison sèche. Les précipitations sont de 600 à 1 200 mm par an. Autour du lac Titicaca et du lac Sunin, l'étage *suni* a un climat plus doux grâce à l'influence des lacs. Sur le plan agricole, c'est l'étage des tubercules et du quinoa ;
- la zone agroécologique *puna*, étage de 3 900 à 4 300 m d'altitude, est recouvert de pelouses et de steppes. Les précipitations sont de plus de 1 000 mm par an dans les *punas* humides (température moyenne annuelle de 10 °C), et de 150-200 mm dans les *punas* désertiques (température moyenne annuelle de 5 à 8 °C). La matière organique du sol est abondante mais son évolution est ralentie par le froid, avec une faible minéralisation. En fonction de l'exposition, des sols et du drainage, l'activité agricole reste possible jusqu'à 4 200-4 300 m d'altitude avec certaines variétés d'espèces résistantes comme la pomme de terre amère et la *cañihua* ;
- la zone agroécologique *Janka*, étage au-delà de 4 300 m d'altitude. Les déserts froids et les glaciers occupent les pentes et les sommets, qui culminent à 6 000 m.

Dans ces étages, le territoire agricole est très fragmenté et dispersé au sein de vastes étendues incultes. Les moyennes et les hautes vallées cultivées des Andes, éventuellement irriguées, sont entrecoupées par d'immenses versants arides ou semi-arides, par les pâturages et par les déserts froids d'altitude. Ces territoires agricoles, très hétérogènes, sont assortis de climats contrastés et de conditions météorologiques instables, qui rendent souvent très aléatoires les rendements des cultures (Mazoyer et Roudart, 2017).

Tapia et al. (2007) ont identifié six systèmes de culture en fonction de l'altitude, de la présence ou absence de systèmes irrigués, de la qualité des sols, du type de production agricole, et de l'approche individuelle ou collective de la production : (1) autour de la maison, avec des cultures vivrières ; (2) individuels en altitude sans irrigation ; (3) en parties basses avec irrigation ; (4) collectifs (*aynokas*) ; (5) commerciaux dans de grandes exploitations (coopérative) ; (6) vergers d'arbres fruitiers.

La réussite des cultures des haut-plateaux andins est déterminée par des pratiques qui remontent à 8 000 ans. Les technologies développées sont ancrées dans un système cohérent avec la *cosmovision andine*, qui place le travail humain (qu'il soit agricole ou autre) dans son propre contexte culturel et religieux (Gonzales et al. 1998). Dans la cosmovision andine, tout est vivant et a sa place. Le monde vivant des Andes est formé de trois communautés étroitement interdépendantes (Gonzales et al. 1998; Gonzales 2000; Mazoyer et Roudart 2017) : la communauté des *sallqa*, c'est-à-dire la nature ; la communauté des êtres humains, dite *runas* ou *jaques* ; et la communauté des divinités, dite *wacas*. Ces trois communautés forment des *ayllus*, un *ayllu* étant défini comme un groupe à tendance endogame et dont les membres se réclament d'un ancêtre commun. Au niveau du territoire local, la *chacra*, parcelle destinée à la culture (Gonzales et al. 1998), est l'endroit où se déroule le dialogue entre les trois communautés.

Appliquée à l'agriculture et à l'agrobiodiversité, la cosmovision andine donne des clés pour mieux comprendre les systèmes agraires passés et présents. Les ethnies *aymara* et *quechua* (ethnies majeures de l'Altiplano péruvien) considèrent qu'une culture (au sens d'une plante cultivée), comme d'ailleurs toutes les formes de vie, vient d'une *mère*. Pour eux, il n'y a pas de culture vivante sans sa mère. De ce fait, les espèces dites *mères* deviennent une *semence* qui est chargée d'accompagner la procréation des différents types d'une espèce. Pour les habitants des Andes, ces *espèces mères* appartiennent aux dieux et peuvent être les ancêtres d'une espèce cultivée (c'est le cas du quinoa) ou ce qu'on appelle les parents sauvages d'une espèce cultivée du fait de leur proximité botanique et génétique. Ces *espèces mères*, qui ne sont pas cultivées par les hommes, sont en revanche cultivées par les dieux dans les espaces où la terre n'est pas utilisée à des fins agricoles, et aussi dans les parcelles en repos (jachères). Pour se référer à la relation réciproque qu'ils ont avec les plantes, les agriculteurs andins utilisent le mot *crianza*, qui implique « *culture, protection, encouragement et tutelle* ». Il existe ainsi un échange

continu entre les *chacras* (parcelles de terre) des dieux et les *chacras* des hommes. Les *espèces mères* peuvent pousser dans les parcelles cultivées des hommes pour devenir une nouvelle variété après un certain nombre de croisements avec une plante cultivée. Cette nouvelle variété ou espèce peut revenir sur les *chacras* des dieux pour se transformer encore une fois en une *espèce mère*. Les espèces cultivées par les hommes doivent être toujours accompagnées par des *espèces mères* dans la *chacra*. En tant que *mères*, elles peuvent alors défendre les plantes cultivées contre les ravageurs, les maladies ou le climat. Elles peuvent aussi les nourrir à travers leur contribution au maintien de la fertilité des sols. Ces allers-retours décrivent implicitement des flux de gènes entre la sphère sauvage et la sphère cultivée, flux reconnus comme nécessaires par les populations pour assurer la vigueur, la stabilité et la résistance des variétés cultivées face aux différents facteurs adverses. Enfin, les *espèces mères*, ancêtres des plantes cultivées, ont toujours été considérées comme les cultures des *gentiles*, définis comme les anciens habitants de l'Altiplano, qui étaient là avant les hommes. Dans la cosmovision andine, les *gentiles* sont les êtres qui ont commencé à prendre soin et à élever les *espèces mères* pour diversifier la vie naturelle des plantes sauvages.

Afin de réduire les risques de récoltes faibles ou nulles, les agriculteurs andins placent dans chaque *chacra* une diversité de plantes cultivées. Plus grande est la diversité, moins nombreux sont les risques de perdre totalement une récolte. Cette diversité est choisie selon certains critères d'association qui répondent aux besoins des agriculteurs, par exemple lutter contre les ravageurs, dissuader le bétail et les animaux sauvages de pénétrer dans la parcelle, assurer la production quels que soient les aléas climatiques, etc. (Tapia et al. 2007). Egalement, les agriculteurs jouent sur la complémentarité agroclimatique pour pallier ces risques : ils utilisent la dispersion spatiale des *chacras* dans des niches écologiques ou des microclimats diversifiés, ce qui permet notamment d'atténuer les effets des variations climatiques interannuelles (Morlon, 1992).

2.2. La conservation des ressources génétiques au Pérou, pilier économique et culturel

Le Pérou est l'un des pays les plus diversifiés du monde, en raison de sa grande diversité d'écosystèmes, d'espèces, de ressources génétiques et de patrimoine culturel.

La biodiversité est aussi un pilier de l'économie et de la culture péruvienne. Le Pérou est ainsi partie prenante des traités internationaux suivants : La Convention sur la diversité biologique (CDB), ratifiée en 1993 ; L'Accord sur les droits de propriété intellectuelle liés au commerce (ADPIC), adopté en 1996 ; Le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (TIRPAA), ratifié en 2003 ; La Convention de l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV), instaurée en 2011 ; et le Protocole de Nagoya sur l'accès et le partage des avantages (ABS, *Access and Benefits-Sharing*) de l'utilisation des ressources génétiques, ratifié en 2014.

Lorsqu'en 1992 la CDB a été approuvée à Rio de Janeiro, le Pérou et les autres pays membres de la Communauté andine — Bolivie, Colombie, Equateur, Pérou (et Venezuela jusqu'en 2006) — ont approuvé des règles communes d'accès aux ressources génétiques, conformément à l'une des obligations contractées dans la CDB et dans l'exercice de leurs droits souverains. En 1996, la Décision 391 de la Communauté andine portant le régime commun d'accès aux ressources génétiques a été approuvée ; elle établit des principes généraux relatifs à leur accès et partage (ABS), ainsi que des exigences et procédures spécifiques qui s'appliquent directement aux membres de la Communauté andine (Rosell, 1997; Ruiz Muller et Roca, 2004).

Au Pérou, les réglementations nationales sur l'ABS développent et précisent les dispositions de la Décision 391. Le Pérou a élaboré des lois et des politiques pour protéger la biodiversité, en particulier en ce qui concerne l'accès aux ressources génétiques, aux savoirs traditionnels associés, et le partage des avantages découlant de leur utilisation (ABS). Les organisations autochtones péruviennes reconnaissent dans la Décision 391 une avancée significative dans leur droit de décider et d'être consultées (Silvestri, 2016). Cependant, la mise en pratique du cadre juridique et institutionnel sur l'ABS a posé des problèmes dans le processus bureaucratique d'accès légal aux ressources, ce qui a failli paralyser les procédures d'autorisation (UEBT, 2016). De plus, les règles relatives aux savoirs traditionnels n'ont été mises en œuvre que partiellement.

Le champ d'application des exigences ABS au Pérou s'étend au matériel génétique et aux substances biochimiques de plantes, d'animaux ou d'autres organismes qui existent dans la nature ou qui, s'ils sont cultivés, ont développé des propriétés distinctives dans le pays. Ces exigences s'appliquent également au savoir traditionnel. Au Pérou, les

exigences et les procédures en matière d'ABS sont définies par le biais de deux instruments principaux, le Décret Suprême 003-2009-MINAM, sur le règlement relatif à l'accès aux ressources génétiques (valide depuis 2009), et la Loi n° 27811, sur le régime de protection des savoirs collectifs des peuples autochtones liés aux ressources biologiques (valide depuis 2001). Cette loi reconnaît et protège les droits et le pouvoir des peuples et des communautés autochtones de décider de leurs savoirs, innovations et pratiques traditionnels associés aux ressources génétiques.

Théoriquement, les exigences en matière d'ABS s'appliquent aux ressources génétiques utilisées pour toute une gamme d'activités de recherche, de conservation et de commercialisation. Toutefois, les interprétations actuelles se concentrent sur l'utilisation des ressources génétiques conformément au Protocole de Nagoya (Silvestri, 2016; UEBT, 2016). Les espèces inscrites à l'annexe I du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (TIRPAA) sont exclues lorsqu'elles sont utilisées à des fins alimentaires et agricoles. Il en va de même pour l'extraction de produits ligneux non forestiers, pour les nutraceutiques (substances extraites d'aliments, sous forme de pilules ou de poudres) et les aliments fonctionnels. L'exclusion des aliments fonctionnels est toutefois controversée et interprétée de façon restrictive. Les exigences ABS s'appliquent à l'accès aux ressources génétiques, qu'il soit direct (comme la récolte) ou indirect (comme une banque de gènes). Pour les savoirs traditionnels, la plupart des règles traitent de situations d'interaction directe avec les peuples autochtones (UEBT, 2016).

Au Pérou, le Ministère de l'Environnement (MINAM) est l'autorité réglementaire en matière d'accès aux ressources génétiques, chargé de guider et de superviser les procédures ABS (Article 13, réglementation de l'accès aux ressources génétiques au Pérou). Il y a des efforts continus, coordonnés par le MINAM, pour établir une approche unique et coordonnée des procédures ABS. En effet, différentes autorités gèrent les procédures d'accès en fonction du type de matériel génétique recherché (Article 15, réglementation de l'accès aux ressources génétiques) :

- le Ministère de l'Agriculture et de l'Irrigation (MINAGRI) à travers le Service national des forêts et de la faune sauvage (SERFOR), pour l'accès aux ressources génétiques de la faune et de la flore sauvages ;

- le MINAGRI à travers l'Institut national d'innovation agricole (INIA), pour l'accès aux ressources génétiques des espèces cultivées et domestiquées ;
- le Ministère de la Production (PRODUCE), pour l'accès aux ressources génétiques des espèces hydrobiologiques marines et d'eau douce.

De plus, l'Institut national pour la défense de la concurrence et la protection de la propriété intellectuelle (INDECOPI) tient des registres sur les savoirs traditionnels, préside la Commission nationale de lutte contre la piraterie et sert de point de contrôle pour la conformité à l'ABS (Article 14, réglementation de l'accès aux ressources génétiques).

En général, l'accès aux ressources génétiques au Pérou, que ce soit à des fins commerciales ou non commerciales, suppose un contrat avec les autorités compétentes, sous réserve de l'approbation du Ministère de l'Environnement (MINAM). Dans le cas d'accès à des collections *ex situ*, pour des fins non commerciales, un accord de transfert de matériel doit être signé. Cet accord est considéré comme constituant le contrat d'accès aux ressources génétiques. Il y a des clauses obligatoires, par exemple sur le partage des résultats et le transfert de matériel.

Les contrats d'accès peuvent avoir besoin d'être appuyés par d'autres ententes. Par exemple, l'accès aux savoirs traditionnels associés aux ressources génétiques nécessite l'autorisation des détenteurs de droits. Cette autorisation est accordée par consentement préalable donné en connaissance de cause par les peuples autochtones et les communautés locales, dans le cadre d'un processus bilatéral qui ne fait pas intervenir les autorités gouvernementales. Si la demande d'accès est présentée à des fins commerciales, il est nécessaire de négocier une licence pour l'utilisation du savoir traditionnel. Cette licence doit être enregistrée par l'INDECOPI.

Pour les ressources génétiques de la faune et de la flore sauvages, deux types de procédures d'accès sont prévus, la procédure non commerciale et la procédure commerciale. Depuis 2015, le Service national des forêts et de la faune sauvage (SERFOR) considère la demande de permis de recherche scientifique sans finalité commerciale, et un contrat d'accès aux ressources génétiques n'est pas requis. Pour faire ce type de demande, il faut fournir des renseignements sur le projet proposé, ainsi que des lettres d'appui des établissements étrangers et nationaux affiliés. Dans le cas impliquant le savoir traditionnel, un consentement préalable en connaissance de cause est requis.

Dans le cas impliquant des aires protégées, un permis de collecte de l'aire protégée préalable est requis. Les résolutions approuvant la recherche scientifique sont publiques et contiennent des conditions pour le prélèvement d'échantillons et les activités de recherche.

En revanche, une recherche scientifique à des fins commerciales impliquant l'accès aux ressources génétiques de la faune ou flore sauvage nécessite un contrat. Le SERFOR dispose d'une liste d'exigences et de modèles. Le SERFOR attend également de nouvelles orientations sur les procédures et paramètres d'évaluation des demandes et de négociation des contrats d'accès aux ressources génétiques, qui sont en cours d'élaboration par le Ministère de l'Environnement (MINAM).

Pour les espèces cultivées et domestiquées, la recherche scientifique sans but commercial est interprétée de façon restrictive et ne comprend que la description, l'identification, la nomenclature et la classification des organismes. Comme précédemment, cette recherche ne nécessite pas de contrat d'accès aux ressources génétiques, mais elle doit être approuvée par une résolution de l'Institut national d'innovation agricole (INIA). Pour présenter une demande de permis de recherche fondamentale, il faut fournir des renseignements sur le projet proposé, les chercheurs impliqués et les lettres d'appui de l'établissement. Ainsi, un engagement doit être pris de déposer des échantillons de tout le matériel génétique collecté dans les instituts de recherche nationaux. Si la collecte a lieu sur des terres gérées par des peuples autochtones ou des communautés locales, une preuve du consentement préalable donné en connaissance de cause est requise. L'accès par le biais de collections *ex situ* nécessite un accord de transfert de matériel, qui est standard et accessible au public.

D'un autre côté, la recherche à des fins commerciales des espèces cultivées et domestiquées nécessite un contrat d'accès aux ressources génétiques. Les exigences de demande sont semblables à la recherche sans but commercial, mais elles comprennent en plus des contrats. La demande fait l'objet d'un examen formel, ce qui implique un échange avec les demandeurs. Un résumé de la demande est ensuite publié aux fins d'examen public. L'INIA procède ensuite à un examen technique, en fixant les conditions d'accès et de partage des bénéfices, et conclut le contrat. Depuis 2014, toutes les demandes doivent également passer par le MINAM pour approbation.

Pour avoir accès aux savoirs traditionnels à des fins scientifiques, commerciales ou industrielles, il est nécessaire d'obtenir le consentement éclairé préalable à la réalisation des activités proposées, conformément aux exigences de la Loi n° 27811 sur les savoirs collectifs des peuples autochtones issus des ressources biologiques. Le consentement préalable en connaissance de cause doit être donné par une organisation représentant les peuples autochtones qui détiennent les savoirs traditionnels associés aux ressources génétiques. Il peut s'agir d'une fédération, d'une association ou d'une autre organisation établie travaillant au niveau régional ou local.

Si les savoirs traditionnels sont partagés entre divers groupes de populations autochtones, l'organisation représentante doit informer le plus grand nombre possible de personnes sur le processus de consentement. Aucune participation du gouvernement n'est requise, et la législation péruvienne n'établit pas non plus d'exigence particulière. Toutefois, le consentement préalable éclairé doit être obtenu d'une manière qui respecte et renforce les lois coutumières, les valeurs et les processus décisionnels.

De plus, pour avoir accès aux savoirs traditionnels à des fins commerciales, la Loi n° 27811 exige un accord de licence. Cet accord est conclu entre les mêmes parties que le consentement préalable donné en connaissance de cause. Il est rédigé en espagnol et dans la langue locale. Lorsqu'il y a accès à la fois aux ressources génétiques et aux savoirs traditionnels connexes, cet accord peut constituer une annexe à un contrat d'accès. Les accords de licence intègrent les modalités et conditions relatives à l'utilisation des savoirs traditionnels. Les dispositions obligatoires comprennent la description des savoirs traditionnels visés, des renseignements suffisants sur l'objet et les implications des activités proposées, des exigences en matière de rapports et les modalités de partage des avantages. Les contrats de licence doivent être enregistrés auprès de l'INDECOPI, mais ils ne sont pas publics.

Au Pérou, le secteur de semences végétales fait également partie intégrante de ce contexte national encadrant les ressources génétiques. Depuis l'année 2000, la production et la commercialisation de semences sont régies par la Loi n° 27262, ou Loi générale des semences. Les dispositions de cette loi s'appliquent sans exception aux semences d'espèces végétales susceptibles d'être exploitées économiquement. Son objectif principal est d'établir des normes pour la promotion, la facilitation, la supervision et la réglementation des activités liées à la recherche, la production, la certification, le

conditionnement et la commercialisation de *semences de qualité*, dans le but d'atteindre leur diffusion permanente et leur utilisation optimales dans le pays. Le concept de semence de qualité y est défini comme « *un ensemble d'exigences minimales que les semences doivent avoir, telles que : la pureté variétale et physique, le pourcentage de germination et la présence ou l'absence d'organismes pathogènes à la fois internes et externes* » (Article 3 – Lettre i, Loi générale des semences).

Le MINAGRI, à travers l'INIA, est l'autorité nationale compétente pour exercer les fonctions techniques et administratives prévues par la Loi générale des semences et son règlement d'application. La certification des semences est ainsi définie comme « *un processus technique de vérification de l'identité, de la production, du conditionnement et de la qualité des semences comme le prévoit le règlement pour chaque espèce ou groupe d'espèces, dans le but d'assurer aux utilisateurs de semences une pureté et une identité génétique ainsi qu'un niveau adéquat de qualité physique, physiologique et sanitaire* » (Article 11, Loi générale des semences).

Pour ce qui concerne le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), plante qui a une importance économique et culturelle capitale pour le Pérou, la *Resolucion Jefatural N° 00210-2013-INIA* est le document officiel qui régleme la production, la certification et la commercialisation de ses semences au niveau national. Elle décrit les éléments à contrôler lors de la vérification préliminaire du dossier, puis lors des inspections sur le terrain et en laboratoire. Dans l'étape d'inspection de terrain est explicitement indiquée comme non admissible la présence de *Chenopodium quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. ou d'autres espèces apparentées dans la parcelle destinée à la production de semences certifiées (Point 2.2.8 de la Résolution). Lorsque l'inspecteur observe la présence de plantes de *Brassica* spp., *Bromus* spp., *Chenopodium quinoa* ssp. *melanospermum*, *Bidens pilosa*, le rejet du champ est immédiat (Point 2.2.14 de la Résolution).

2.3. Le quinoa, *Chenopodium quinoa* Willd., et les espèces de parents sauvages

2.3.1. Une génétique très plastique

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), espèce allotétraploïde avec 36 chromosomes somatiques ($2x = 4n$, $n = 9$ chromosomes), est une plante herbacée annuelle de la famille des Amaranthacées, sous-famille des Chénopodiacees (Bazile, 2015; Jellen et al., 2015). La domestication sud-américaine du quinoa a été faite par les sociétés andines anciennes et modernes pendant environ 7 000 ans (Bazile, 2015; Jellen et al., 2015). Aujourd'hui, le quinoa comprend des formes allant des types de semi-herbe aux variétés commerciales à haut rendement et de haute qualité des grains (Bazile 2015; Tapia et al. 2014; Jacobsen 2003).

C. quinoa Willd. est une culture adaptée à des conditions défavorables dont la caractéristique principale est la rusticité, qui lui confère une grande tolérance au gel (Jacobsen et al. 2005), à la salinité du sol (Hariadi et al. 2011) et à la sécheresse (Razzaghi et al. 2011). Ces adaptations ont été possibles en partie grâce aux croisements naturels entre l'espèce cultivée et ses parents sauvages. Selon Jacobsen et Mujica (2002), l'espèce de parent sauvage *C. hircinum* Schrad. est considérée comme l'ancêtre le plus proche de *C. quinoa* Willd. en raison de sa similarité chromosomique et phénotypique. En revanche, l'espèce de parent sauvage *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. pourrait être un croisement naturel entre *C. hircinum* Schrad. et *C. quinoa* Willd. (Mujica et Jacobsen 2006). Des sept principales espèces de parents sauvages du quinoa cultivé que nous étudierons dans cette thèse (voir la section ci-après 2.3.3.), *C. ambrosioides* L. est la seule espèce avec un nombre de chromosomes différent de *C. quinoa* Willd. (Mujica et Jacobsen, 2006). La difficulté de certains croisements interspécifiques a limité le rôle des parents sauvages dans le passé, mais ce rôle peut être considérablement accru avec les progrès récents de la sélection variétale associée aux biotechnologies et à la génomique (Peterson et al, 2015).

Les programmes de collecte de matériel génétique du quinoa en Amérique du Sud répertorient et préservent chacun des taxons sauvages ou adventices historiquement étiquetés comme *Chenopodium* dans la région (Jellen et al., 2015). Au Pérou, il existe

huit banques de matériel génétique où sont conservées 6 302 accessions de quinoa (ICCA, 2015). Ces recherches scientifiques ont pour but de trouver et de conserver des gènes de résistance et de tolérance chez les espèces apparentées sauvages du quinoa, qui seraient utiles par rapport aux facteurs climatiques extrêmes (Jaramillo et Baena, 2000). En effet, les espèces sauvages, aussi bien celles qui se développent dans leurs biotopes naturels que celles qui sont présentes à l'état d'herbes adventices dans les habitats remodelés par l'Homme, ont un intérêt capital dans l'objectif d'adapter les cultures à un environnement changeant (Cohen et al., 1991).

2.3.2. Les qualités biochimiques exceptionnelles du quinoa, porteuses pour les marchés

De nombreuses études montrent la richesse biochimique des graines du quinoa (Bazile et al. 2014; Repo-Carrasco et al. 2003; Koziol 1992; Vega-Gálvez et al. 2010), son intérêt majeur étant son contenu protéique comprenant tous les acides aminés essentiels (AAE) couvrant les besoins humains recommandés par la FAO.

La teneur en protéines des graines de quinoa est élevée (12-20 %) comparativement à celle du maïs (10 %), du riz (8 %) ou du blé (13 %) (Dini et al., 2005). De plus, ces protéines sont riches en acides aminés essentiels, en particulier en méthionine et en lysine, qui sont les acides aminés limitants dans la plupart des céréales (Comai et al., 2007). Les graines de quinoa sont également exemptes de gluten, de sorte qu'elles peuvent jouer un rôle important dans l'alimentation des personnes atteintes de maladie cœliaque (Doweidar et Kamel, 2011). L'alimentation animale est aussi ciblée par les produits dérivés des graines (Galwey, 1992). Le quinoa a des composants biochimiques intéressant l'agro-industrie et l'industrie. L'avenir de la commercialisation du quinoa réside dans l'identification et l'exploitation de propriétés spécifiques à des fins industrielles, et dans le développement de technologies de traitement qui permettent de les exploiter. Les produits industriels sont par exemple des exhausteurs de goût, car incorporés dans les produits à base de farine de céréales, et ils ajoutent des protéines pour améliorer l'équilibre en acides aminés des aliments humains et animaux. Les saponines peuvent entrer dans la composition des insecticides, des antibiotiques et des fongicides : par

exemple, dans l'industrie pharmaceutique, elles peuvent aider à l'absorption de médicaments spécifiques et à réduire le taux de cholestérol (Jacobsen, 2003).

2.3.3. Le quinoa et ses parents sauvages en Amérique latine : écotypes et centres d'origine

Historiquement, le quinoa a été cultivé du nord de la Colombie au sud du Chili et du niveau de la mer à 4 000 m d'altitude. Actuellement, la meilleure production se trouve entre 2 500 à 3 800 m, avec des précipitations annuelles comprises entre 250 et 500 mm, et une température moyenne de 5 à 14 °C (Tapia et al. 2014). Tapia (1996) propose de classer cinq grands écotypes de quinoa en fonction de leur adaptation aux différentes zones agroécologiques des Andes (Figure 2). Ces cinq écotypes diffèrent par leur adaptation à l'altitude, leur tolérance à la sécheresse et à la salinité, leur réponse photopériodique et les pratiques agricoles associées (Bazile 2015; Fuentes et al. 2012; Tapia 1996) :

- écotype (a) : quinoas des vallées inter-andines, divisés entre les quinoas des vallées arides et ceux des vallées humides. Ces quinoas poussent le plus souvent dans des vallées entre 2 500 et 3 600 m, et avec des précipitations de 800 à 1000 mm par an ;
- écotype (b) : quinoas des *yungas* poussant dans des conditions subtropicales, avec des températures moyennes annuelles supérieures à 20 °C, et à des altitudes comprises entre 1 500 et 2 000 m ;
- écotype (c) : quinoas de l'Altiplano, autour du lac Titicaca à des altitudes moyennes de 3 800 m, avec des précipitations de 400 à 600 mm par an, et des températures moyennes de 6 à 17 °C ;
- écotype (d) : quinoas des *salars* (déserts de sel) dans les déserts d'altitude, sous conditions xérophytiques extrêmes, avec des précipitations annuelles inférieures à 200 mm et des températures qui peuvent être inférieures à -20 °C ;
- écotype (e) : quinoas du niveau de la mer jusqu'à environ 1 500 m (précordillère), sous une pluviométrie annuelle de 400 à 2 000 mm. Ces quinoas se retrouvent exclusivement du centre au sud du Chili.



Figure 2. Principal modèle de dynamique évolutive du quinoa avec différenciation de cinq écotypes (**a**, **b**, **c**, **d**, **e**) dans les Andes (d'après Fuentes et al. 2012 in (Bazile, 2015)) : (**a**) quinoas des vallées inter-andines, arides ou humides, 2 500 à 3 600 m d'altitude ; (**b**) quinoas des *yungas* subtropicaux, 1 500 à 2 000 m ; (**c**) quinoas de l'Altiplano autour du lac Titicaca, 3 800 m ; (**d**) quinoas des *salars* dans les déserts d'altitude ; (**e**) quinoas de basse altitude jusqu'à 1 500 m.

La diversification du quinoa est un sujet encore discuté, mais il semble bien que l'Altiplano Pérou-Bolivie en serait le centre majeur. Une première hypothèse de diversification du quinoa après sa domestication indique que les germoplasmes dans chacun des cinq sous-centres de diversité associés aux cinq écotypes seraient les descendants d'un pool génétique central de variétés locales domestiquées dans le bassin du lac Titicaca (Risi et Galwey, 1984). Une autre hypothèse propose un centre secondaire de diversification du quinoa, qui prend en compte l'écotype (e) des quinoas au niveau de la mer et de basse altitude, du fait qu'il y a une grande distance génétique entre l'écotype (e) et les quatre autres écotypes (Bazile, 2015). Enfin, Christensen et al. (2007), en utilisant des approches moléculaires (marqueurs de type microsatellites SSR, *Simple Sequence Repeats*) suggèrent que le centre de la diversité génétique du quinoa serait la région montagneuse de l'Altiplano entre le Pérou et la Bolivie, avec un ensemble d'espèces adventices apparentées associées. Ces auteurs pensent que le quinoa cultivé a pour origine des espèces diploïdes qui se sont hybridées dont les espèces candidates

comprendraient *Chenopodium pallidicaule* Aellen, *Chenopodium petiolare* Kunth, et *Chenopodium carnosolum* Moq., ainsi que des espèces adventices apparentées tétraploïdes comme *Chenopodium hircinum* Schrad. et *Chenopodium quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. (Mujica et Jacobsen, 2000).

Le quinoa *C. quinoa* Willd. et ses parents sauvages sont sympatriques (ils vivent dans une même aire sans s'hybrider). Ils ont tous un système reproducteur autogame, ainsi qu'une large gamme de variation dans la taille et la couleur des feuilles et des grains (Carmen del Castillo et al., 2007). L'étude de Fuentes et al. (2009) montre que l'hybridation naturelle entre les populations sauvages et domestiques de quinoa se produit probablement sans difficulté dans 30 % des cas lorsqu'elles y sont exposées. Au Pérou, dans l'Altiplano de Puno, considéré comme la région clé de l'écotype (c), les parents sauvages du quinoa (*crop wild relatives*, CWR) existent dans les mêmes zones que la culture de *C. quinoa* Willd., ce qui indique que les quinoas domestiqués sont généralement accompagnés de populations semi-sauvages, lorsqu'il y a pollinisation croisée naturelle, et de populations totalement sauvages (CWR) (Mujica, 1994).

Grâce à des expéditions de collecte de matériel génétique sur des parcelles individuelles et sur des parcelles collectives (*aynokas*), en plus des entretiens avec des agriculteurs, Tapia et al. (2014) ont montré que l'Altiplano de la région de Puno est la zone la plus diversifiée pour le quinoa au Pérou (Figure 3).

Canahua (2012) (cité par Tapia et al. 2014), a observé que les agriculteurs des hautes terres de la région de Puno classent les types de quinoa surtout en fonction de la couleur des semences, de la sensibilité aux dommages causés par le gel et de la préparation des aliments. Selon ses observations, cet auteur propose une classification globale des quinoas cultivés sur l'Altiplano en huit sous-groupes (Tableau 1).

Les parcelles collectives (*aynokas*) sont les sites de conservation *in situ* les plus importants de quinoa et de parents sauvages dans l'Altiplano (Mujica et Jacobsen, 2000; Orlove et Brush, 1996). Ces sites sont des systèmes ancestraux d'organisation paysanne aux buts multiples : sécurité alimentaire, gestion rationnelle des sols et des ravageurs, conservation de la diversité génétique *in situ*, gestion altitudinale et utilisation rationnelle de la diversité (Canahua et al., 2002). Dans les *aynokas* de la région de Puno, Mujica et Jacobsen (2006) ont identifié les sept principales espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (Tableau 2 ; Figure 4) : *Chenopodium carnosolum* Moq., *Chenopodium petiolare*

Kunth, *Chenopodium pallidicaule* Aellen, *Chenopodium hircinum* Schrad., *Chenopodium quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *Chenopodium ambrosioides* L. et *Chenopodium incisum* Poir.

Tableau 1. Les huit sous-groupes de *C. quinoa* Willd. cultivés dans l'Altiplano de la région de Puno au Pérou, établis par Canahua (2012).

Sous-groupe de quinoa	Caractéristiques distinctives
Blancas (Blanc)	Comprend différents types : Kancolla, Blanca de Juli, Cheweka, Tahuuaco, Salcedo Inia, Choclito.
Chullpi	Hyalin, tardif et riche en saponine. Résiste aux attaques des oiseaux et des rongeurs.
Amarilla (Jaune)	Tolérant à la gelée et riche en saponine.
Misa quinoa	Avec des glomérules blancs et colorés dans la même panicule. Semi-sucré.
Witulla	Précoce, péricarpe rouge, cultivé dans la région <i>aymara</i> , tolérant au gel.
Q'oitu	Tolérant au gel, péricarpe gris et épisperme noir ou châtain.
Pasancalla	Adapté depuis les rives du lac Titicaca aux zones froides. Gros grain (2,2 mm), péricarpe gris avec des taches. Sans saponine.
Guinda (Cerise)	Tolérant au gel, péricarpe cerise, épisperme noir, châtain ou blanc.

Les parents sauvages du quinoa cultivé se localisent principalement dans et autour des parcelles cultivées sous pratiques de production agroécologiques. Si ces espèces sont reconnues comme une ressource génétique majeure, d'autres usages existent. Certaines servent à la préparation des plats et boissons, d'autres sont utilisées en complément dans l'alimentation animale, ou ont des propriétés médicinales (Brack Egg, 1999; Mujica et Jacobsen, 2006). Ces espèces se trouvent aussi isolées dans des lieux considérés comme sacrés où elles sont entretenues par les communautés paysannes elles-mêmes. Celles-ci sont surtout utilisées en cas de catastrophes climatiques (sécheresse extrême, inondations...) (Mujica et al., 2013).

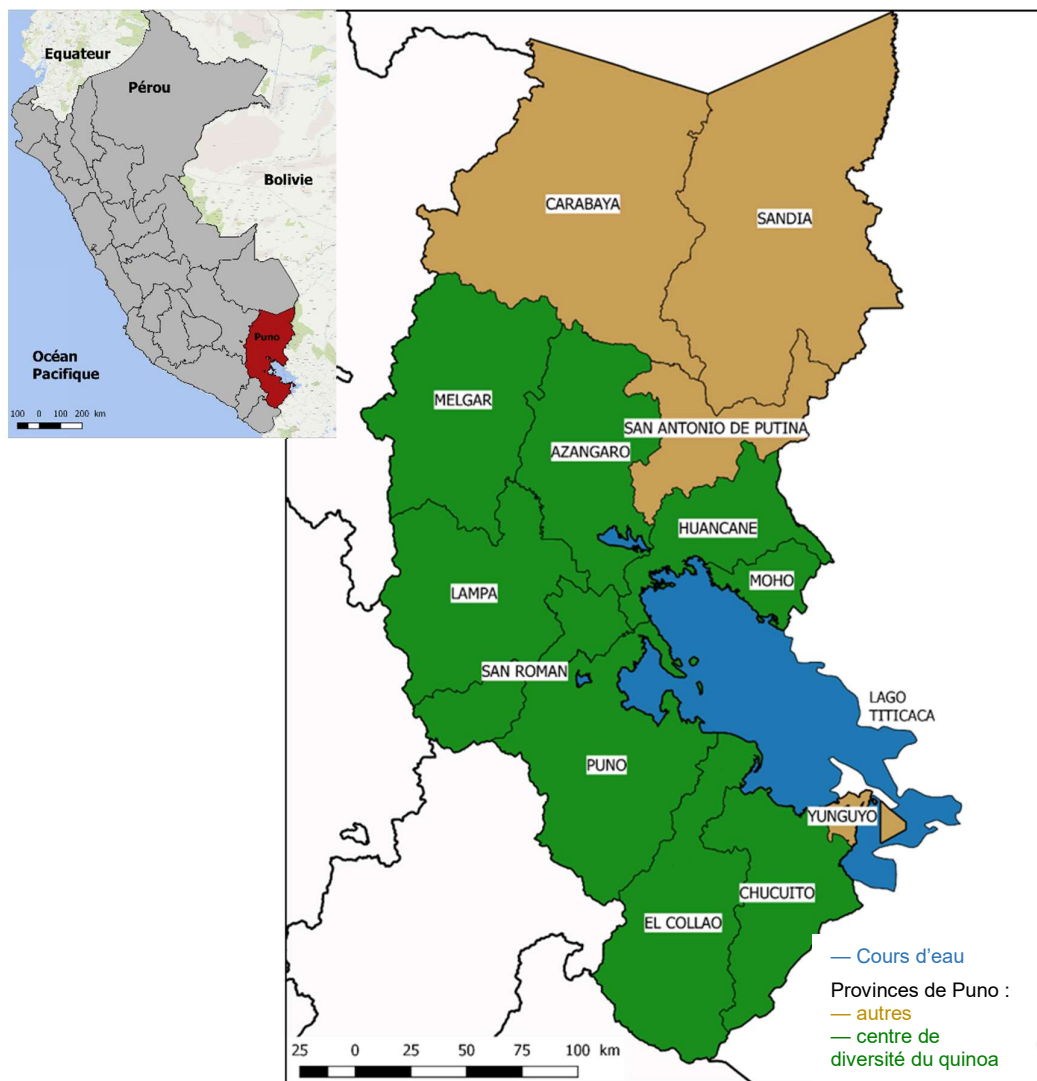


Figure 3. La région de Puno, au sud-est du Pérou, jouxtant le lac Titicaca. Puno est le centre de la plus grande diversité de quinoa cultivé *C. quinoa* Willd. (Tapia et al. 2014).

Tableau 2. Les sept principales espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans l'Altiplano de Puno au Pérou (Mujica et Jacobsen, 2006).

Espèce parent	Caractéristiques distinctives
<i>C. carnosolum</i> Moq.	Port prostré, nombreuses branches. Grande tolérance à l'excès d'humidité et de salinité.
<i>C. petiolare</i> Kunth	Port érigé, non ramifié. Observé dans les champs cultivés de quinoa entre 3 830 et 3 900 m.
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	Port érigé, semi-érigé et prostré, avec une variation de la coloration, de la ramification et de la taille des plantes. Grande résistance au froid et à la grêle.
<i>C. hircinum</i> Schrad.	Ancêtre le plus proche du quinoa cultivé pour sa similarité chromosomique et phénotypique. Grande résistance à la sécheresse. Port érigé.
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	Provient d'un croisement naturel entre le quinoa cultivé et un parent sauvage. Grande résistance à la sécheresse.
<i>C. ambrosioides</i> L.	Port prostré dans les zones sèches et froides, érigé dans les vallées inter-andines et les zones abritées. Espèce pérenne.
<i>C. incisum</i> Poir.	Pousse en permanence, grâce à sa racine de réserve. Se trouve en bordure des exploitations agricoles dans les vallées inter-andines.

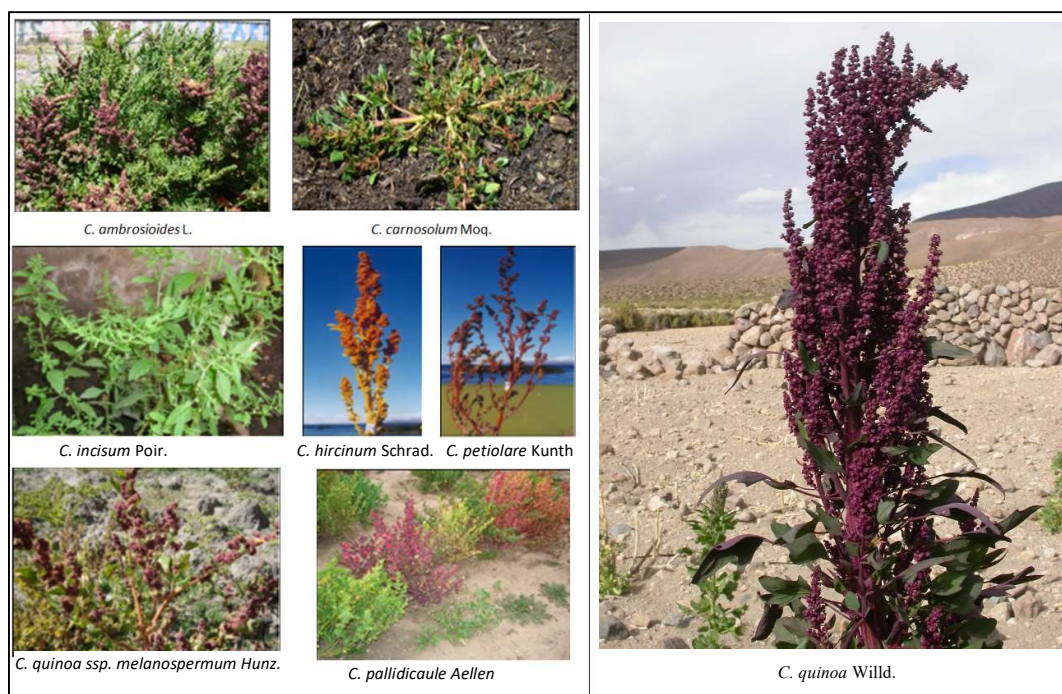


Figure 4. Photos à gauche : les sept principales espèces de parents sauvages du quinoa cultivé. Photographies tirées de Mujica et al. (2013). Photo à droite : le quinoa cultivé (*C. quinoa* Willd.). Photographie de Bazile D. (2008).

3. PROBLEMATIQUE DE LA THESE : UN OBJECTIF SOUS-TENDU PAR TROIS QUESTIONS

3.1. Le contexte actuel péruvien

Entre 1968 et 1978, la production annuelle nationale de quinoa oscillait entre 5 000 et 10 000 tonnes, soit l'équivalent d'une superficie de 10 000 à 19 000 hectares (MINAGRI, 2015). Cette production était principalement orientée vers l'autoconsommation. Dans les années 1990, le quinoa est devenu aussi une culture d'exportation, destinée aux pays industrialisés de l'hémisphère Nord, qui recherchent des aliments à haute valeur nutritionnelle et protéique (Laguna et al., 2006). Cette période, considérée comme le *boom du quinoa*, a abouti à l'expansion de l'aire de culture et à l'intensification des systèmes de production en réponse à cette forte demande internationale (Bazile, 2015; Quiroga et al., 2014). C'est ainsi que dans les années 1990, le Pérou a produit jusqu'à 28 000 tonnes de quinoa par an (MINAGRI, 2015).

A partir de 2013, année proclamée *Année internationale du quinoa* par les Nations Unies, la demande internationale a continué d'augmenter. Cette année a été la première étape d'un processus de reconnaissance des qualités nutritionnelles exceptionnelles du quinoa, de son adaptabilité à différentes zones agroécologiques et de sa contribution potentielle à la sécurité alimentaire et nutritionnelle (FAO, 2013). Le Pérou a alors atteint un record de production, 114 700 tonnes en 2014 (Figure 5a ; Figure 6b). Cette croissance de la production (9,3 % par an depuis 2013) est liée à l'augmentation des terres cultivées en quinoa, avec un taux annuel moyen de 5,6 %. Dans ce contexte, le gouvernement péruvien a adopté une série de mesures et d'actions visant à promouvoir la culture et la consommation du quinoa. En 2012, est créée une Commission multisectorielle dirigée par le Ministère de l'Agriculture et de l'Irrigation (MINAGRI).

Jusqu'à 2012, l'Altiplano de Puno couvrait 70 à 80 % de la culture du quinoa, le reste étant dispersé dans les vallées inter-andines et les hautes terres du reste de la Sierra. Aujourd'hui, la culture du quinoa apparaît aussi dans la région côtière (Gomez-Pando et al., 2015) : en 2014, la Sierra ne couvrait plus que 60 % de la production alors que les autres zones proches de la côte ou côtières participaient à hauteur de 40 % (Figure 5a ;

voir aussi Annexe 1 pour les années 2016 et 2017). La production, qui était traditionnellement saisonnière en montagne, d'avril à juillet, est maintenant étendue à toute l'année, en conséquence la région de Puno a enregistré des records de production annuelle dépassant 35 000 tonnes depuis 2014 et 39 600 tonnes en 2017 (MINAGRI, 2017a).

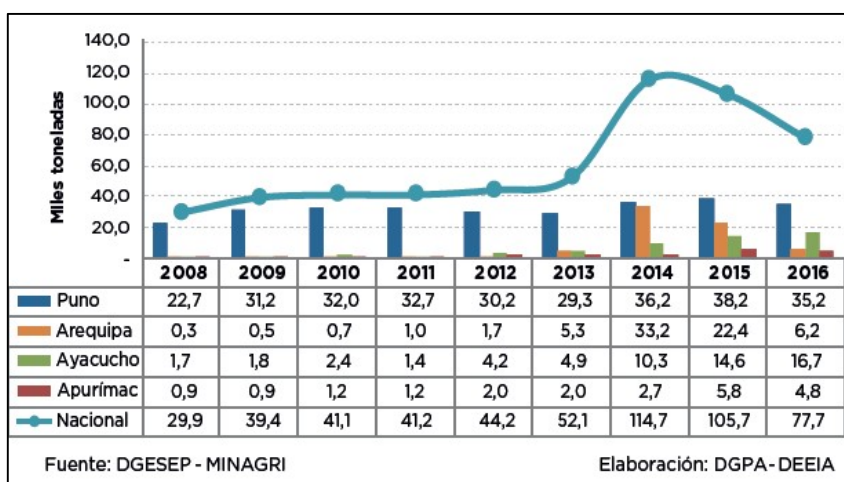


Figure 5a. Production de quinoa cultivé au niveau national et par département producteur au Pérou, 2008-2016, en milliers de tonnes par an (Source : MINAGRI, 2017a).

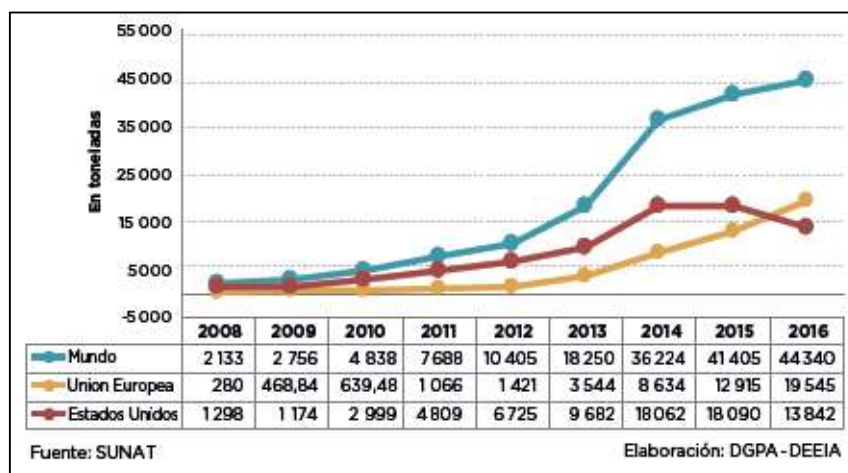


Figure 6b. Evolution de l'exportation du quinoa cultivé au Pérou et régions d'exportation, 2008-2016, en tonnes par an (Source : MINAGRI, 2017a). **En bleu**, le Monde ; **En jaune**, l'Union européenne ; **En rouge**, Etats Unis d'Amérique.

Le *boom de quinoa* a permis aux agriculteurs de bénéficier de prix plus élevés. Les pays producteurs, comme la Bolivie et le Pérou, doivent maintenant répondre aux exigences de qualité des marchés urbains et d'exportation. Parallèlement, de nouveaux mécanismes institutionnels sont créés, de nouvelles relations entre les acteurs sociaux sont développées et de nouvelles formes de production sont inventées. L'opportunité économique dont le quinoa est l'objet jusqu'à un niveau international s'accompagne de changements profonds dans la relation entre la société et la nature (Ruiz et al. 2014; Bazile 2013; Bazile et al. 2014).

Dans ce contexte d'essor inédit de la production, la conservation de la diversité des quinoas cultivés et l'importance de leurs parents sauvages pour les communautés agricoles deviennent une préoccupation majeure. Comme nous l'avons vu en Partie 1, les pratiques agricoles traditionnelles sont compatibles avec les besoins de conservation et d'utilisation durable, mais les systèmes agricoles modernes entraînent une érosion génétique et culturelle importante de la diversité agricole. Dans le cas précis du quinoa au Pérou, l'une des exigences des marchés d'exportation est d'enlever les grains noirs (perçus comme des contaminants) résultant du croisement naturel entre le quinoa cultivé et ses parents sauvages, même si ces grains sont comestibles et représentent moins de 1 % de la récolte (Hermann, 2000). Dans ce même ordre d'idée, la demande des marchés d'exportation ou urbains se limitant à quelques variétés de quinoa, cela entraîne l'abandon progressif des variétés traditionnelles au profit d'un petit nombre de variétés améliorées très homogènes dont les semences certifiées sont commercialisées (Bazile, 2015). Les services de vulgarisation péruviens favorisant cette diffusion, cela expose aussi les agriculteurs à une dépendance à l'égard de ce type de semences (Bazile, 2015; Bioversity International, 2013). Autre exemple, les recherches sur les habitudes alimentaires des familles productrices de quinoa des hauts plateaux ont montré un véritable changement (Gomez-Pando et al., 2015) : du fait de la rentabilité croissante de la vente et de l'exportation du quinoa, les familles rurales ont pour partie remplacé le quinoa par des aliments moins nutritifs comme le riz et les pâtes.

3.2. Les trois questions clés posées par la thèse

Comme nous l'avons vu en Partie 1, les espèces végétales domestiques et leurs parents sauvages continuent de disparaître en raison des changements majeurs induits par l'utilisation humaine des écosystèmes naturels et agricoles (Santilli, 2009) et par les effets du changement climatique. A titre d'exemple, la Bolivie, à travers son « *Livre rouge des espèces sauvages apparentées de la Bolivie* » (*Libro Rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia*, publié en 2009 à La Paz par le Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climaticos de Bolivie, VMABCC) a déclaré que des espèces, comme le parent sauvage du quinoa cultivé *Chenopodium hircinum* Schrad., sont actuellement en danger du fait de la baisse de leur distribution attribuée aux nouvelles pratiques agricoles (VMABCC, 2009). Cette espèce, aujourd'hui considérée comme un adventice (mauvaise herbe), est enlevée lorsqu'elle pousse à l'intérieur des parcelles cultivées de quinoa.

Pour ces raisons, la compréhension des impacts potentiels du marché d'exportation du quinoa sur les espèces de parents sauvages de cette culture est d'une grande importance pour la gestion de l'agroécosystème, avec toutes les conséquences que cette opportunité économique peut avoir en termes d'agrobiodiversité et de sécurité alimentaire. Etudier comment la distribution des parents sauvages du quinoa est liée à l'organisation spatiale de la culture constitue une piste pour apporter des réponses à cette question. L'objectif général de cette thèse est ainsi d'analyser comment les communautés agricoles andines intègrent désormais la présence des parents sauvages du quinoa dans leurs pratiques de gestion et leurs pratiques agricoles autour du quinoa. Il s'agit de montrer dans quelles mesures ces pratiques agricoles, ainsi que les pratiques sociales et culturelles qui les accompagnent, souvent reliées à des habitudes alimentaires locales mais aussi à de multiples usages, influent sur la conservation de la biodiversité, et déterminent, ou sont sujettes à, des stratégies de conservation locales, régionales et nationales.

Cet objectif général sous-tend trois pistes de recherche que nous allons détailler : la distribution spatiale des espèces de parents sauvages, les savoirs liés à ces espèces, la gestion de ces espèces.

Première piste de recherche : *comment la distribution des parents sauvages du quinoa est-elle liée à l'organisation spatiale de la culture élaborée par les communautés agricoles ?* La modification des zones de culture du quinoa, associée à la modification des habitats naturels, peut affecter la présence et la coévolution du quinoa cultivé et de ses parents sauvages. La caractérisation de la présence et de la distribution des sept principales espèces de parents sauvages du quinoa cultivé, comme faisant partie de l'agroécosystème et répertoriés par Mujica et Jacobsen, (2006) (Tableau 2, Figure 4, en Partie 2), permettrait de comprendre leurs relations avec les pratiques de gestion du quinoa par les communautés andines. Notre analyse s'intéresse notamment à un indicateur concret, qui est la distance entre les endroits où ces espèces sauvages sont observées et les parcelles cultivées : cette distance influence-t-elle leur fréquence dans l'agroécosystème ? Notre analyse aboutira à la compréhension de la perception qu'ont les habitants de la présence des parents sauvages du quinoa cultivé dans les agroécosystèmes andins. Des cartographies sur la perception de la distribution des sept principales espèces de parents sauvages ont ainsi été élaborées dans les localités étudiées. Les résultats obtenus dans ces différentes localités permettront d'avoir un regard régional de la situation actuelle des parents sauvages.

Deuxième piste de recherche : *de quels savoirs disposent les communautés agricoles sur les parents sauvages du quinoa et comment cela influence-t-il sa culture ?* Si le changement des habitudes alimentaires des habitants locaux est lié à une moindre utilisation de la biodiversité cultivée ou sauvage, cela pourrait aboutir à plus ou moins long terme à une perte de connaissances et de savoir-faire locaux, qui ne seront dès lors plus transmis aux nouvelles générations comme l'héritage de connaissances ancestrales. Or la mécanisation de la production de quinoa a des avantages, comme l'amélioration de la qualité finale du grain récolté, mais aussi des inconvénients, comme un possible impact négatif sur l'environnement dans les zones de production (Quiroga et al., 2014). Malgré l'existence de certaines initiatives pour la protection et la conservation de cet environnement, comme la culture biologique de quinoa (qui répond à une niche de marché d'exportation), ces principes de conservation ne sont pas intégrés dans les objectifs généraux de développement technologique de la culture du quinoa au Pérou. Ici notre analyse porte sur les connaissances locales, en vue de comprendre les interactions à l'œuvre entre ces connaissances et les pratiques agricoles. Pour cela, nous avons conduit

des enquêtes ethnobotaniques sur les utilisations et les savoirs sur les parents sauvages du quinoa.

Troisième piste de recherche : *comment la dynamique et les changements en cours de la culture du quinoa modifient-ils les modes de gestion des parents sauvages par les communautés agricoles ?* La diversité génétique du quinoa est menacée par divers processus tels que l'accroissement du commerce international, l'émigration rurale, les transformations culturelles et l'introduction de technologies de production inadaptées (Del Castillo et al., 2008). Si on considère que les développements récents dans les modes de production du quinoa ne tiennent pas compte de la présence et de l'organisation spatiale des parents sauvages, il est primordial d'en évaluer les impacts. Passer d'un système d'autoconsommation à un système de commercialisation modifie les pratiques culturelles. A son tour, cette évolution de la production agricole a un impact sur la biodiversité cultivée, d'autant plus que, pour l'instant, aucune réglementation ne la cadre dans l'objectif d'une gestion harmonieuse de l'agrobiodiversité. L'ensemble des résultats obtenus à l'issue des deux pistes de recherche précédentes sont mis en perspective face aux changements en cours relatifs à la culture du quinoa sur l'Altiplano péruvien. Des représentations graphiques chorématiques sur les interrelations temporelles de la culture du quinoa et de ses parents sauvages sont construites. Cette représentation de l'agroécosystème andin revient à rechercher les structures et les dynamiques fondamentales identifiées dans les étapes précédentes de la thèse. Ce dernier résultat va permettre de questionner et d'accompagner les populations locales dans leurs pratiques de gestion en prenant en compte la durabilité des pratiques agricoles pour une conservation dynamique *in situ* de la biodiversité sauvage et cultivée dans la région de Puno.

4. METHODOLOGIE

4.1. Choix des villages d'étude et des périodes d'enquête

Nous avons sélectionné six villages andins dans la région de Puno, selon trois critères géographiques qui différencient des situations contrastées représentatives des zones agroécologiques de l'Altiplano de Puno (Figure 7 ; Figure 8) :

1. un gradient nord-sud correspondant à la distance des villages par rapport au lac Titicaca ;
2. un gradient est-ouest correspondant à l'altitude des villages, l'altitude étant le facteur majeur définissant les grandes zones agroécologiques régionales (Tapia, 1994) ;
3. à ces deux critères s'ajoute la répartition des villages sur l'ensemble du pourtour nord, centre et sud du lac Titicaca, afin de tenir compte de la présence et de la diversité des types de quinoa, privilégiant les zones présentant la plus grande diversité génétique de quinoa cultivé, ainsi que les auteurs spécialistes de cette région les ont observées (Tapia et al., 2014 ; Canahua 2012) (Figure 9).

Les six villages étudiés ont été sélectionnés avec l'aide de l'Agence Agraire de Puno, qui connaît les personnes ressources, afin de réussir la collecte des données. Trois villages sont de l'ethnie *aymara* (Urani, Huancho Alto, Yuraccachi), et trois de l'ethnie *quechua* (San Juan de Dios, Vizallani Altarani, Huataquita).

Comme nous l'avons détaillé dans la Partie 2, Tapia (1996) a proposé cinq grands écotypes du quinoa (Figure 2, Partie 2), correspondant à cinq centres de diversité de cette espèce (vallées inter-andines, *yungas*, Altiplano, *salars*, niveau de la mer). Nous avons retenu la zone de l'écotype (c), qui est l'Altiplano andin du Pérou, en raison de son emplacement au cœur du centre d'origine des espèces sauvages apparentées et de l'espèce cultivée de quinoa. En effet, la plupart des espèces de parents sauvages qui peuvent se croiser avec le quinoa cultivé se trouvent dans cet écotype (c) (Tableau 2 et Figure 4, Partie 2).

Egalement, nous avons utilisé les travaux géographiques de Tapia (1994) qui s'est lui-même inspiré de Pulgar Vidal (1987) et qui propose un zonage agroécologique des Andes

en cinq grandes zones décrites en Partie 2, et déclinées pour l'Altiplano péruvien (Figure 7) : circumlacustre, *Suni*, *Puna* humide, *Puna* sèche, et *Janka*. Chacune des zones est déterminée par une gamme de variables telles que la latitude, l'altitude, l'exposition et l'utilisation du sol. Tapia présente pour chaque zone une liste d'indicateurs d'espèces cultivées et établit une correspondance avec les différents systèmes de rotation des cultures. Les territoires des six villages sont pour l'essentiel en zone agroécologique *Suni*, deux d'entre eux (Urani, Huancho Alto) ont également une part de leur territoire dans la zone agroécologique circumlacustre, à proximité immédiate du lac (Figure 8). Cela n'exclut pas que d'autres zones agroécologiques peuvent y être présentes.

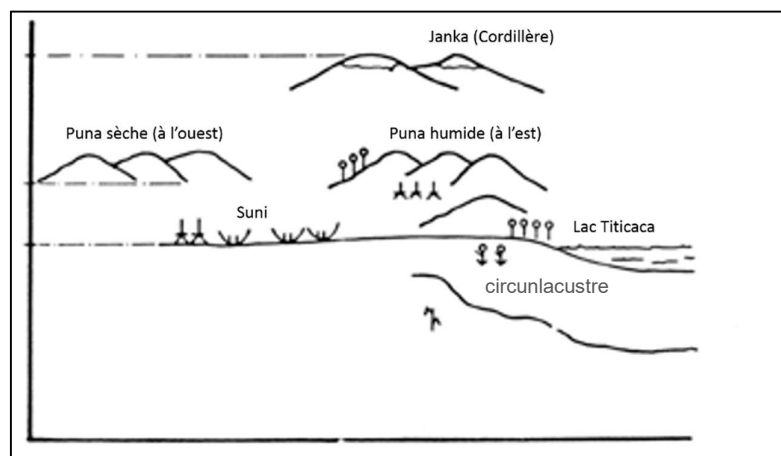


Figure 7. Les cinq zones agroécologiques de l'Altiplano de Puno au Pérou, d'après Tapia (1994). Zone circumlacustre en bord de lac, 3 810 à 3 850 m ; zone *Suni*, 3 850 à 3 900 m ; *Puna* humide et *Puna* sèche, 3 900 à 4 100 m ; *Janka*, 4 100 m et plus.

Autour du lac Titicaca, en zone circumlacustre, les champs de quinoa sont les plus vastes et peuvent être en monoculture. La zone *Suni* correspond à la zone d'influence indirecte du lac Titicaca, où les champs sont des associations de quinoa avec l'orge, la pomme de terre et des tubercules andins (*Solanum andigenum*, *S. curtilobum*, *S. juzepczukii*, *Oxalis tuberosa*, *Tropaeolum tuberosum*, *Ullucus tuberosus*). Dans la zone collinaire autour du lac Titicaca, les champs sont gérés en rotation, les cultures successives étant la pomme de terre, le quinoa, les tubercules andins et l'orge. Dans la zone *Suni* (plus froide et plus loin du lac), la *cañihua* (*Chenopodium pallidicaule*) est cultivée dans des champs plats, avec la pomme de terre amère qui est produite jusqu'à la zone de *Puna* humide.

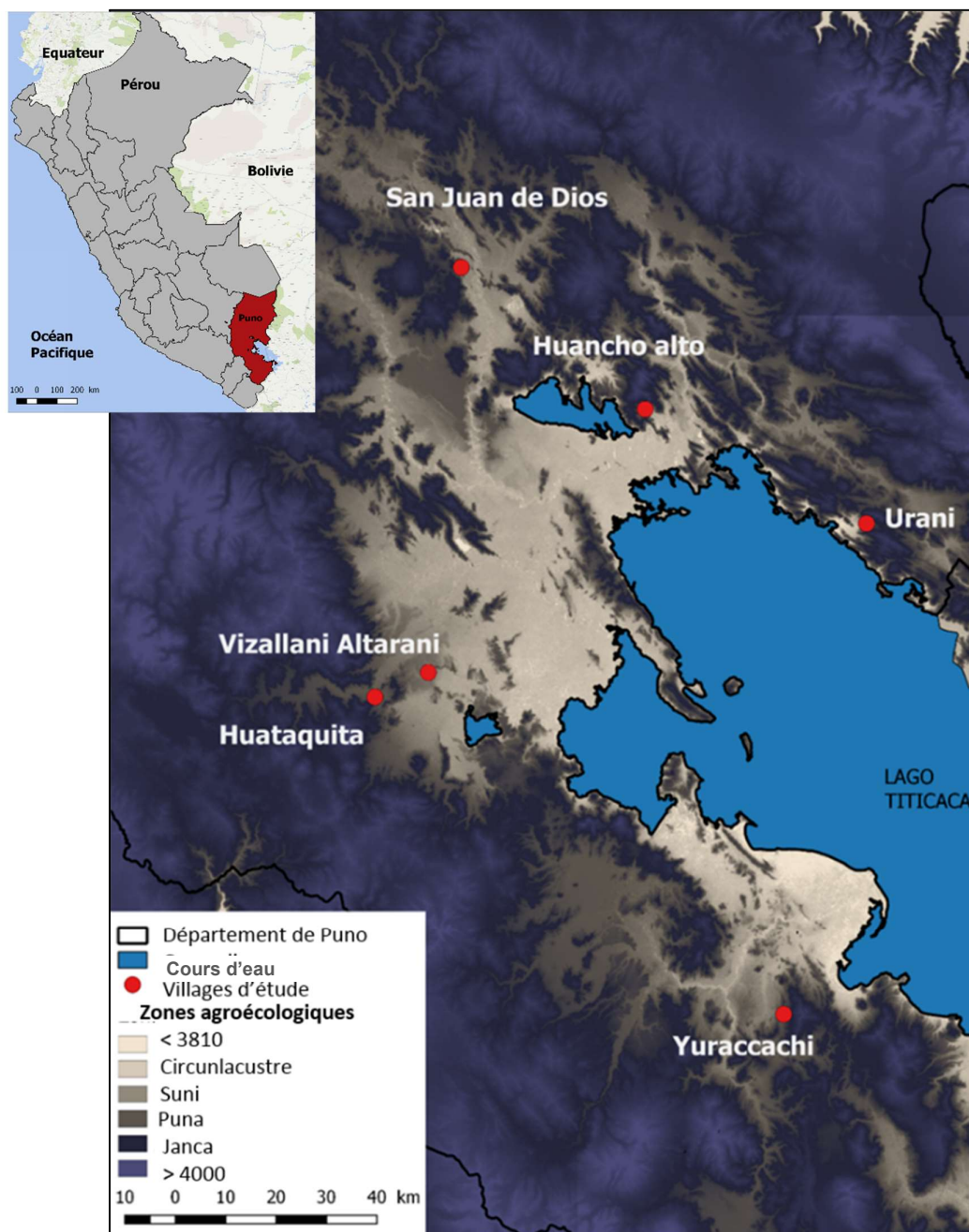


Figure 8. Localisation des six villages étudiés autour du lac Titicaca (département de Puno, au sud-est du Pérou).

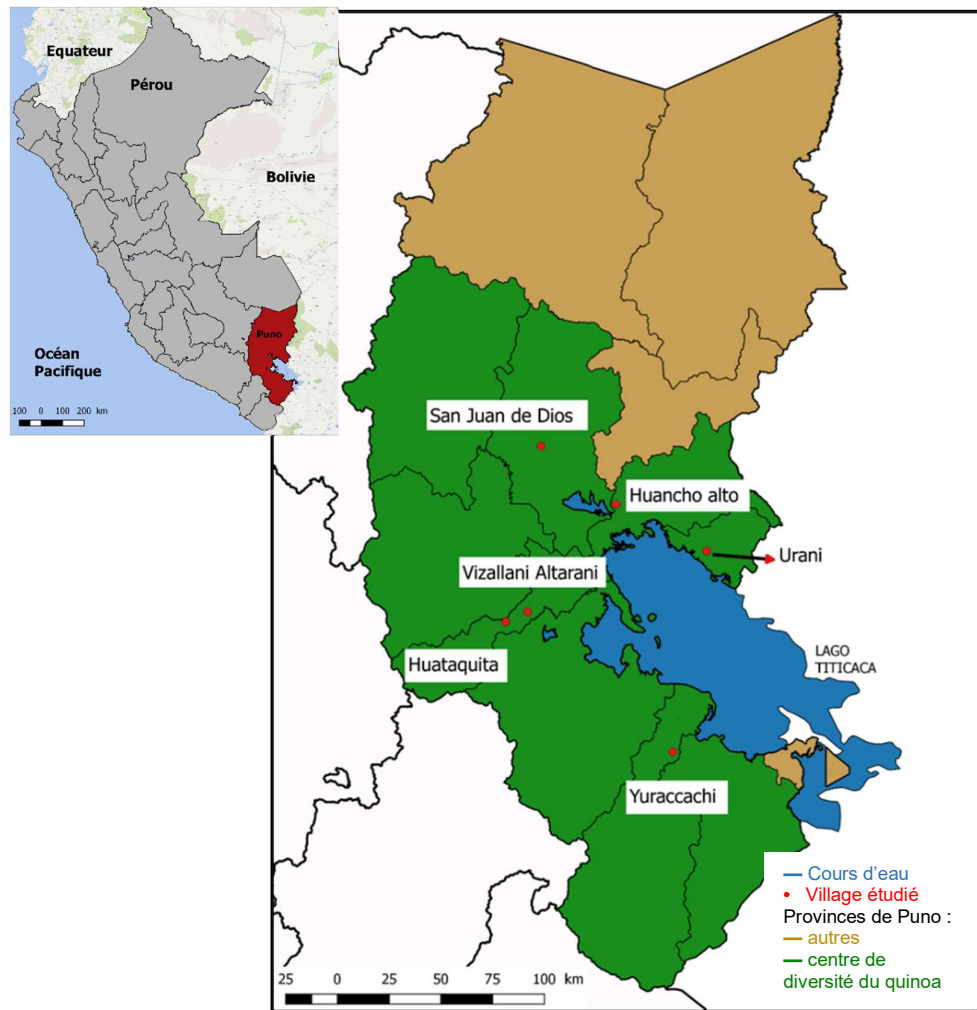


Figure 9. Localisation des six villages étudiés selon les aires de plus grande diversité de quinoa cultivé (département de Puno, au sud-est du Pérou).

Les villages étudiés correspondent à la définition de *parcialidad*. Au Pérou, une *parcialidad* est une division territoriale qui n'a pas de limites précises, fixes ou enregistrées. Une *parcialidad* doit avoir une école publique et recevoir de l'aide alimentaire quand elle est disponible. Pour qu'un espace peuplé soit considéré comme une *communauté autonome*, les limites de juridiction doivent être légalement enregistrées sur des cartes officielles. Le statut de communauté confère l'autonomie communale sur l'ensemble de leurs terres, mais les parcelles appartenant à des familles (tenure individuelle) ne sont pas incluses dans les cartes officielles, ni enregistrées de quelque manière que ce soit.

A l'intérieur des villages, la tenure de la terre est très fragmentée. Les villages sont des mosaïques de milliers de petites parcelles (Zimmerer, 1999) (Figure 10 ; Figure 11). Chaque famille a un grand nombre de petites parcelles, dispersées dans un rayon de plusieurs kilomètres. La tenure des terres, jusqu'à aujourd'hui, est transférée par héritage (fils et filles de manière égale) et soumise uniquement aux restrictions de l'*aynoka* (s'il y en a) et, le cas échéant, à la révocation pour faute grave. A ce propos, il est parfois très difficile d'enregistrer des informations précises sur les parcelles des agriculteurs. Dans certains cas, les conflits intrafamiliaux au sujet de la tenure des terres a rendu difficile l'obtention de ces informations dans le cadre de cette thèse : le fait de demander des renseignements précis sur les parcelles (comme l'emplacement pour prendre des points GPS ou les dimensions) a créé une certaine résistance lors de l'enquête, et nous avons dû adapter nos méthodes de terrain.



Figure 10. Mosaïque de parcelles, exemple d'*aynoka* (parcelle collective) dans le village de Yuraccachi.



Figure 11. Une parcelle dans le village d'Huancho Alto : comme la majorité des parcelles, celle-ci est très petite.

L'Altiplano de Puno a déjà fait l'objet d'une étude (Bergman et Kusner 2000, pp. 115-121) sur le cycle de travail agricole et sur les périodes consacrées aux principales activités économiques dans les villages *aymaras* et *quechuas*. Ces activités sont liées aux déplacements (travail hors du village), au travail agricole et à la conduite des troupeaux au pâturage. Certains agriculteurs quittent leur village après les semis pour travailler ailleurs, comme bergers engagés pour le bétail d'une autre personne, ou comme mineurs, ou dans le commerce par exemple. D'autres agriculteurs ne vivent pas au village, ils ont déménagé dans une ville proche où ils ont des emplois qui leur assurent un revenu permanent. Ces agriculteurs viennent au village seulement pour entretenir leurs parcelles à des moments précis de l'année.

Le cycle du travail agricole commence en septembre, où tous les membres d'une famille (enfants et adultes) se retrouvent au village pour aider au labour. Cette première période dure jusqu'en décembre ou janvier, selon la culture et selon qu'il s'agisse d'une année pluvieuse ou sèche — les précipitations se répartissant sur une seule saison des pluies, normalement de septembre à avril-mai, suivie d'une saison sèche. Les activités agricoles réalisées sont le labour, le semis, le désherbage et le terrassement des parcelles. En général, les mois de février et mars nécessitent peu d'investissement en temps sur le champ cultivé. Les récoltes se déroulent ensuite d'avril à juin et cette période est aussi l'occasion de nombreuses festivités traditionnelles pour célébrer les produits obtenus et la gratitude envers la Mère Terre.

Par conséquent, nous avons choisi de venir sur le terrain à la première période du cycle agricole, en saison des pluies, car nous avons besoin que les villageois soient présents au village et dans leurs champs. Deux séjours ont été réalisés pour collecter les données : le premier séjour d'octobre à décembre 2015, et le second séjour de septembre à novembre 2016. Sur le plan logistique, San Juan de Dios, Vizallani Altarani et Huataquita ne présentaient aucune difficulté d'accessibilité en transport collectif, puisqu'ils sont à proximité de routes importantes. Cependant, Urani, Huancho Alto et Yuraccachi avaient un accès par des chemins en mauvais état, pratiqués par des motos uniquement dans des conditions météorologiques normales ; ils étaient donc difficiles d'accès lors des jours de pluie intense.

4.2. Introduction aux méthodes de recherche participative : des approches adaptées aux questions posées par cette thèse

Les scientifiques sont de plus en plus confrontés à des questions liées au développement, à l'environnement ou aux sociétés qui dépendent du contexte local et culturel et des logiques et comportements des parties prenantes (D'Aquino, 2007). Les enjeux scientifiques deviennent alors de plus en plus complexes et incertains, c'est pourquoi les relations entre les sciences et la société apparaissent plus délicates sur le plan théorique, et cette évolution conduit à des changements dans la pensée scientifique (Funtowicz et Ravetz, 1994) et politique (Jaffro, 2001). Sur le plan pratique, elle nécessite des méthodes innovantes pour impliquer davantage les acteurs de la société (D'Aquino, 2007).

Les paysages agricoles que nous observons aujourd'hui, dans les zones de fortes biodiversités, peuvent être considérés dans une large mesure comme le résultat des interactions entre les populations locales et leur environnement (Theobald et al., 2005). Cette vision contredit l'importance donnée aux décisions prises par les planificateurs et les décideurs politiques sur les territoires. Aujourd'hui, les sociétés rurales subissent des changements rapides de l'environnement, ce qui affecte directement les dimensions sociales de leurs communautés, l'allocation des ressources, les activités économiques et les modes d'utilisation des terres (Dugué et Jouve, 2008).

Dans ce contexte dynamique, les réflexions sur les recherches relatives aux processus d'innovations techniques en milieu rural ont conduit progressivement à définir le concept de *participation* dans le domaine spécifique du développement rural (Jankowski et Marec, 2014). Dans les années 1990, les premières démarches participatives se sont intéressées au développement rural et à la gestion des ressources renouvelables pour comprendre les interactions entre l'utilisation des ressources naturelles et la viabilité de l'écosystème. Ces approches avaient pour objectif de soutenir les processus émergents de gestion collective des ressources renouvelables (Weber, 1995). Le terme de *participation* est assez polymorphe et donc ouvert à l'interprétation et à la variabilité dans la pratique. La plupart des typologies sur la participation décrivent un continuum de la participation passive (annonce unilatérale par une institution externe sans écouter les réponses des personnes)

à la participation active (auto-mobilisation et action collective) (Bass, Dalal-Clayton, et Pretty 1995).

Par rapport à notre domaine de recherche relatif à la biodiversité et à sa conservation, les approches participatives offrent de nombreuses possibilités pour enrichir les méthodes de conservation *in situ* des espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées (*crop wild relatives*, CWR). De plus, elles contribuent de façon positive à l'autonomisation sociale et économique de groupes souvent marginalisés (Hunter et Heywood 2010, chap. 5). Travailler en étroite collaboration avec les communautés locales peut faciliter la collecte de certaines données, basée notamment sur l'observation longue, et ainsi fournir des informations pertinentes sur les CWR. On pourra alors être en mesure de révéler la présence ou la distribution spatiale de ces espèces, les connaissances associées à leurs modes d'utilisation et les menaces qui pèsent potentiellement sur leur survie. Le défi à relever consiste à déterminer le type de participation le plus approprié pour engager les populations dans un dialogue constructif multiacteur afin de déterminer ensemble les stratégies futures viables et durables de conservation des CWR dans les paysages agricoles.

Les méthodes et outils tels que les enquêtes, les diagnostics, les expériences, la modélisation et la recherche-action sont utilisés dans le cadre d'approches participatives visant à aider les groupes sociaux à produire des connaissances générales, à faciliter la résolution de problèmes et à prendre en charge des questions complexes comme le développement durable (Funtowicz et Ravetz, 1994; Mermet, 1992; Röling et Wagemakers, 1998). Contrairement aux méthodes conventionnelles (faisant référence à la biologie de la conservation avec « mise sous cloche », c'est-à-dire des aires protégées dans les réserves ou les parcs naturels), les nouvelles approches de conservation et d'utilisation des ressources phytogénétiques reposent sur un niveau élevé de participation des agriculteurs et de leurs organisations au niveau local. Le but de ces approches est de tirer parti des avantages du système de connaissances scientifiques et du système de connaissances autochtones et, par cette confrontation, de stimuler la production de nouvelles connaissances (Friis-Hansen et Sthapit, 2000).

Comme on l'a vu en Partie 1, à l'échelle mondiale comme à l'échelle nationale du Pérou, la propriété, la gestion et l'utilisation du matériel végétal sont des préoccupations fortes pour les recherches sur la biodiversité et sur la diversité génétique. De ce fait, les

stratégies d'échantillonnage devraient prendre en compte l'écologie, les modes de gestion des terres, des semences et des plantes. Les parcelles d'un agriculteur et la façon dont elles sont réparties en termes de taille et de qualité agronomique influencent ses choix des variétés à cultiver et de leur répartition (choix des parcelles et surface consacrée). En déterminant la taille des populations et la propension au flux génétique, ces facteurs influent donc la diversité génétique des espèces cultivées (Jarvis et al., 2000). Par conséquent, l'échantillonnage des plantes, dont les semences, et l'échantillonnage social doivent être liés afin d'établir des liens entre les facteurs biologiques et sociaux et aboutir à des modèles de dynamique de la diversité génétique (King, 2000).

C'est pourquoi les classifications locales de l'environnement ont une grande importance pour les recherches sur la biodiversité et sur la diversité génétique, pour au moins trois raisons. D'abord, ces classifications reflètent souvent des besoins locaux spécifiques qui guident les décisions de conservation des ressources *in situ*. Ensuite, elles reflètent la façon dont les acteurs locaux perçoivent le paysage, le comprennent et l'intègrent dans leurs stratégies de gestion des ressources, et ainsi valorisent les différentes fonctions du paysage pour prendre leurs décisions de gestion, par exemple : définir des zones à usage communautaire, désigner certaines zones pour une conservation stricte et d'autres zones pour le développement économique. Enfin, elles sont souvent mieux adaptées aux caractéristiques d'un système socio-écologique particulier que d'autres systèmes taxonomiques mondiaux, fondés sur les sciences naturelles d'un agroécosystème, pour répondre aux aspirations des communautés (Chapin et Threlkeld, 2001; Riu-Bosoms et al., 2015).

Les populations locales accordent une grande importance à classer leur environnement en fonction d'une multiplicité d'éléments (Johnson et Hunn, 2010). Ces éléments de classement comprennent parfois des caractéristiques habituellement considérées par les scientifiques dans leurs systèmes de classification des paysages, comme les espèces de plantes indicatrices, les types de sol, la géomorphologie et l'hydrologie (Bazile et al., 2008; Campos et al., 2012; Jankowski, 2013) et cela même si ces caractéristiques sont nommées autrement, selon d'autres systèmes de référencement et catégories. Ces classifications faites par les populations locales comprennent aussi des caractéristiques non prises en compte dans les classifications scientifiques, comme l'histoire de l'usage des terres associée aux perturbations anthropiques (Gilmore et al. 2012).

Les classifications des paysages locaux permettent aux populations rurales et autochtones de prédire l'emplacement des ressources, pour la chasse ou la cueillette par exemple (Davidson-Hunt et Berkes, 2012) : elles sont donc essentielles au maintien de leurs moyens de subsistance dans le temps (Trusler et Johnson, 2008). Ces systèmes de classification des paysages locaux permettent également aux populations locales d'identifier et de matérialiser clairement les espaces d'importance sociale et spirituelle afin de mieux les considérer dans les stratégies de conservation (Ellen, 2010; Johnson et Hunn, 2010; Krohmer, 2010).

Par conséquent, une meilleure compréhension des systèmes locaux de classification des paysages devrait aider à comprendre comment les paysages que nous observons aujourd'hui ont été et sont encore gérés par leurs habitants pour soutenir leurs moyens de subsistance (Riu-Bosoms et al., 2015). La conservation et la gestion des espèces sauvages apparentées à travers une approche paysagère doivent être poursuivies en conjonction avec l'utilisation durable des ressources naturelles d'un agroécosystème pour répondre aux aspirations de développement des communautés (Ingram, 1990).

4.3. Orientation méthodologique appropriée à notre terrain : cartographie participative et méthodes ethnobotaniques

Notre travail de thèse s'inspire d'abord de la méthodologie de la cartographie participative. Ici, le but de son utilisation est de recueillir des connaissances locales sur la présence et la distribution des sept principales espèces de parents sauvages du quinoa cultivé présentes sur l'Altiplano de Puno (*C. carnosolum* Moq., *C. petiolare* Kunth, *C. pallidicaule* Aellen, *C. hircinum* Schrad., *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz., *C. ambrosioides* L. et *C. incisum* Poiret), en fonction des activités humaines pertinentes dans les agroécosystèmes andins. Les méthodes retenues pour nos cartographies sont essentiellement adaptées de Chapin et Threlkeld (2001) et Chapin et al. (2005). Dans un second temps, nous avons choisi de mener des entretiens ethnobotaniques selon différentes approches participatives, afin de recueillir des connaissances locales sur les savoirs, usages et gestion de ces sept principales espèces de parents sauvages. Les méthodes choisies pour les entretiens ethnobotaniques proviennent essentiellement de Thomas et al. (2007).

Toutes ces méthodes, que nous détaillons dans les sections qui suivent, ont été adaptées pour tenir compte des utilisations spécifiques, des échelles et des contextes socioculturels dans les agroécosystèmes andins.

4.4. Méthodologie de cartographie participative

4.4.1. Une représentation fiable de la perception d'un espace

La cartographie participative permet aux communautés de construire une connaissance intégrée de leur territoire. Ces cartes sont réalisées par la communauté en partageant les connaissances collectives et en les légitimant. Les cartes communautaires ont généralement deux utilisations : servir de contre-cartes qui remettent en question les documents spatiaux existants, ou compléter la planification formelle avec les connaissances locales (Robbins, 2003). La cartographie participative est aussi un moyen d'autonomisation et d'émancipation des communautés puisqu'elle agit sur leurs objectifs et représente un mécanisme pour atteindre leurs propres fins. Elle reconnaît les connaissances cognitives spatiales et environnementales des populations locales et les transforme en formes plus conventionnelles qui peuvent être partagées au sein d'une communauté ainsi qu'avec les agences gouvernementales (Herlihy et Knapp, 2003). Les cartes sont produites par les participants avec du matériel disponible localement. La tâche du chercheur est de les guider pour faciliter le recueil et l'expression des informations sous forme de données géographiques (Chapin et Threlkeld, 2001).

L'origine de ces méthodes de recherche remonte aux premières techniques d'évaluation rurale participative (*Participatory Rural Appraisal*, PRA) des années 1970. L'évaluation rurale participative est un ensemble de méthodes conçues pour que les populations rurales puissent partager, améliorer et analyser leurs connaissances et leurs conditions de vie afin d'agir sur leur développement futur (Chambers, 1994). Ces techniques de recherche participative comprennent des entretiens, des transects paysagers, des analyses temporelles, et de la cartographie participative à dire d'acteurs.

Les méthodes actuelles de cartographie participative s'étendent de travaux simples et éphémères, comme le dessin de cartes sur le sable, au système de positionnement global (GPS) et aux méthodes de cartographie via internet (Henke et Petropoulos, 2013;

Noucher, 2009). Citons la cartographie sur le sol, la cartographie en pierre, la cartographie par croquis, la cartographie 2D à l'échelle, la superposition de calques sur des photographies aériennes et des images satellites, la cartographie SIG (système d'information géographique) interopérable et basée sur internet, la cartographie GPS, la modélisation 3D participative et la cartographie multimédia (Cadag et Gaillard, 2012; Rambaldi et al., 2006).

Corbett (2009) suggère que les cartographies participatives permettent de visualiser le lien entre le territoire et l'usage que les populations locales en font. Elles représentent l'information spatiale à différentes échelles, allant des détails de l'infrastructure de la communauté aux grandes zones telles que les limites territoriales. A cela, peuvent s'ajouter des informations sur les connaissances sociales, culturelles et historiques. Ces cartographies répondent à la compréhension sociale ou culturelle de l'espace, et peuvent donc varier selon le groupe social concerné.

La cartographie participative permet ainsi une représentation fiable de la *perception* qu'une communauté a de l'espace qu'elle habite dans ses principales caractéristiques. Pour notre travail de thèse, cette cartographie participative doit permettre de représenter la *perception* par les acteurs locaux de la présence des différents parents sauvages du quinoa cultivé au sein de l'agroécosystème. La *perception*, qui est définie comme l'identification, l'interprétation et l'organisation des sensations pour produire une expérience significative du monde (Schacter et al., 2011), implique à la fois des informations sensibles, des préférences personnelles et des expériences antérieures. Certaines caractéristiques physiques et comportementales des organismes affectent l'attitude des personnes à leur égard (Wandersee et Schüssler, 2001) : par exemple l'attrait esthétique, l'utilité ou la rareté peuvent influencer l'opinion des personnes. Par exemple, les espèces végétales perçues comme plus importantes ou plus appréciées que d'autres sont susceptibles de recevoir plus d'attention dans les réponses (Czech et al., 1998; Kellert, 1996; Montgomery, 2002; Tisdell et al., 2006).

Pour cette thèse, nous nous sommes intéressés à la cartographie ethnographique à dire d'acteurs, appropriée lorsqu'il n'existe pas ou peu de produits cartographiques classiques sur les ressources du territoire. La cartographie ethnographique consiste ici à s'appuyer sur l'expertise locale pour créer des cartes de synthèse finale, qui sont le résultat tangible d'un ensemble de cartes précises documentant les perceptions des communautés de leurs

territoires. Toutefois, la réussite de cette méthode est dépendante de la relation établie entre le chercheur observateur et les informateurs locaux (Chapin et Threlkeld 2001). Pour recueillir l'information, le chercheur doit gagner la confiance des communautés, ce qui passe par le partage et la clarification des objectifs, la co-coordination des étapes du travail et l'établissement de relations à long terme. Un élément clé est le respect de la volonté de confidentialité de la population locale. Le chercheur doit notamment éviter de divulguer en externe des informations sensibles obtenus lors des ateliers cartographiques, pour protéger les communautés autochtones contre l'exploitation de leurs ressources et de possibles abus (Laituri, 2011). Dans notre cas, les villages ont eu peur que la divulgation de certaines informations territoriales à d'autres personnes crée des conflits avec des voisins ou autres acteurs de la région.

Les sous-sections suivantes (4.4.2 à 4.4.5) détaillent la méthodologie appliquée à la réalisation de ces cartes jusqu'à leur géo-référencement. La Figure 12 schématise l'ensemble des étapes réalisées.

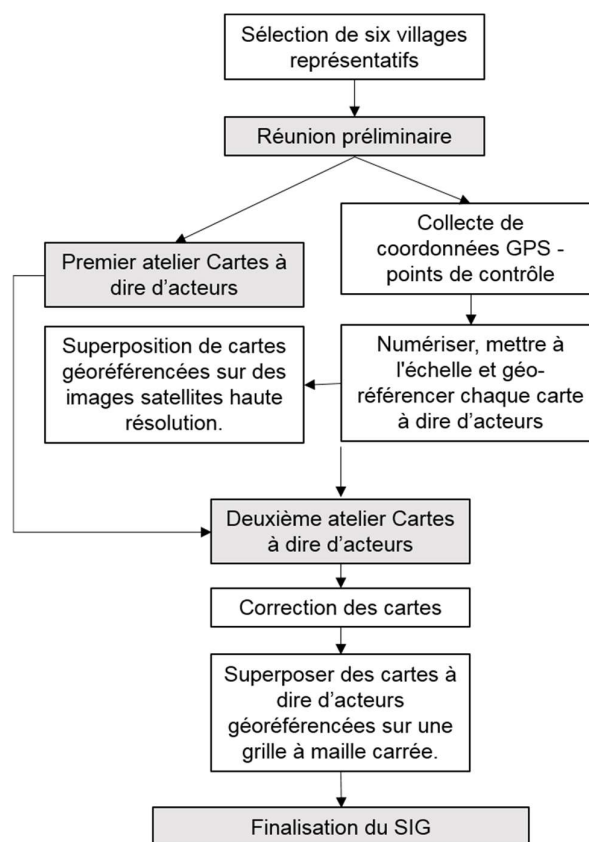


Figure 12. L'ensemble des étapes de production et de traitement des cartes participatives ethnographiques réalisées dans les six villages étudiés (2015-2016).

4.4.2. La cartographie participative ethnographique pour identifier la présence et caractériser la distribution des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans l'agroécosystème

Lors du premier séjour à Puno (octobre à décembre 2015), la première étape a été d'identifier et de caractériser la présence des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les six villages. L'intérêt final est d'élaborer un cadre de connaissances sur la façon dont les agriculteurs gèrent l'agrobiodiversité *in situ*, en se référant à la diversité génétique de ces parents sauvages dans les systèmes de production. Nous nous référons aux travaux de Teshome et al. (2010) sur les facteurs humains, biotiques et abiotiques qui influencent ou maintiennent la diversité génétique et la différenciation des populations dans les cultivars traditionnels. Ces auteurs ont montré qu'un cultivar indigène peut avoir un haut degré d'adaptabilité et un bon rendement dans différents environnements et dans de nombreux types d'habitats ; sa large distribution pourrait être le résultat d'une sélection délibérée des agriculteurs, plutôt que de l'indisponibilité d'autres cultivars.

Plusieurs types d'indicateurs (physique, chimique, biologique, social, économique) permettent d'évaluer la manière dont la diversité génétique est gérée *in situ*. Brown et Brubaker (2002) ont élaboré deux groupes d'indicateurs pour suivre la gestion *in situ* de la biodiversité agricole des espèces domestiques et sauvages : le premier correspond à la catégorie génétique avec les plantes cultivées et leurs parents sauvages, et le second porte sur les stratégies de conservation de ces ressources. Nous les avons adaptés aux échelles de notre recherche, comme suit :

Indicateurs primaires :

1. Nombre de fréquence de variétés locales cultivées, superficie occupée par variété.
2. Superficie de la zone de culture.
3. Durabilité et évolution du système de gestion agricole par les agriculteurs, en plus de leurs critères de sélection.
4. Valeur des connaissances traditionnelles.

Indicateurs secondaires :

1. Connaissance de la présence de parents sauvages dans les champs cultivés.
2. Connaissance de la présence de parents sauvages à proximité des champs cultivés.

4.4.3. Etapes de la mise en œuvre de la cartographie ethnographique à dire d'acteurs

Nous avons choisi de suivre les recommandations de la méthodologie proposée par le FIDA (Fonds international de développement agricole) (Corbett, 2009) et par le Center for the Support of Native Lands (Chapin et Threlkeld, 2001), qui décomposent le processus en cinq étapes, décrites ci-après : définition de l'objectif, choix du type de carte, modalités d'implication de la communauté, élaboration de la cartographie, géo-référencement.

La **première étape** définit l'objectif de la cartographie participative en fonction des résultats attendus. Représenter la présence des parents sauvages du quinoa cultivé sur le territoire de chaque communauté paysanne permet une autre façon de penser la planification, l'utilisation des terres et la gestion de ces ressources phytogénétiques. Cela rend également cette connaissance visible pour les acteurs externes, facilitant la communication et la discussion sur ce sujet.

La **deuxième étape** est le choix du type de cartographie. Nous avons choisi la cartographie à dire d'acteurs car son élaboration est rapide et aisée. Elle permet aux participants d'inscrire de mémoire, sur une grande feuille de papier, les principales caractéristiques de leur territoire à partir d'une vue aérienne. Ces cartes ne répondent pas à des mesures exactes, ni à une échelle cohérente, mais elles indiquent des tailles et des emplacements relatifs. La cartographie à dire d'acteurs a cela de pertinent qu'elle est un processus de construction sociale et de codification du territoire par un collectif : c'est la cartographie des habitants, au sens de ceux qui utilisent l'espace (Palsky, 2013).

La **troisième étape** consiste à impliquer la communauté paysanne. La décision de s'impliquer est généralement influencée par des intermédiaires qui ont une relation de confiance avec les communautés. Pour le FIDA, la participation répond à trois conditions indispensables : la transparence, le temps et la confiance. Pendant cette étape, nous avons travaillé avec l'Agence Agraire de Puno, une institution qui travaille et coopère pour le développement local. Deux agents connus des communautés ont participé aux réunions organisées avec les représentants de chaque communauté paysanne. Ces représentants sont, dans tous les cas, les autorités locales : hommes ou femmes agriculteurs élus démocratiquement par les habitants. L'objectif et la méthodologie du projet ont été

expliqués de manière claire et responsable, dans un langage simple et compréhensible par les autorités locales. Afin d'établir une relation durable durant le projet, nous avons laissé le temps aux communautés de prendre leur décision. Pendant la phase de décision, le représentant de la communauté convoque une assemblée pour présenter le projet aux habitants locaux. Cette instance permet une réflexion collective sur l'intérêt, les bénéfices et les risques de l'implication. Le résultat de la décision nous a ensuite été transmis par le représentant, ainsi que les nouvelles préoccupations soulevées lors de l'assemblée. Une fois que les engagements des communautés et de notre partie ont été réaffirmés, une date et un lieu ont été fixés pour lancer le premier atelier participatif (Figure 13).



Figure 13. Ateliers de cartographie à dire d'acteurs dans les six villages.

La **quatrième étape** correspond aux ateliers de cartographie à dire d'acteurs (Figure 13). Les ateliers rassemblent le chef de projet, un agent de l'Agence Agraire de Puno (d'ethnie *quechua* ou *aymara* selon la communauté), l'autorité locale de la communauté et les habitants bénévoles (principalement des agriculteurs cultivant du quinoa). L'atelier, qui dure une demi-journée, est structuré en quatre phases, décrites ci-après (Figure 14) :

- (1) orientations générales, où le chef de projet explique aux personnes présentes le but du projet et la méthodologie à utiliser. Il est demandé que l'espagnol soit utilisé dans les cartes, et que l'étendue de la région à dessiner soit l'ensemble du

territoire de la communauté. Ces informations sont traduites dans la langue locale par l'agent de l'Agence Agraire ;

- (2) photo-questionnaire : développement d'un questionnaire de groupe accompagné de la photographie (21,6 cm x 28 cm) de chacune des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé, où la reconnaissance des espèces est associée à une série de questions structurées et spontanées. Les photographies (voir en Annexe 2) aident à bien identifier les espèces et évite de parler avec les agriculteurs selon notre conception scientifique, notamment l'opposition classique entre sauvage et cultivé qui doit être évitée ici. Les questions posées permettent de compléter l'information à dessiner sur les cartes, ainsi que de répondre à une stratégie de triangulation de données ;
- (3) dessin de la carte sur un grand papier blanc avec des crayons de couleur. Avant de commencer à dessiner, les participants se mettent d'accord sur deux points : les personnes qui seront responsables pour dessiner les éléments sur la carte collective, les éléments à faire apparaître sur la carte en fonction des indicateurs d'intérêt du projet ;
- (4) carnet de notes, destiné à enregistrer les informations complémentaires qui n'apparaissent pas dans la photo-questionnaire ou dans la cartographie. Ces notes peuvent faire référence aux noms des rivières, aux collines, au type de bétail présent, à la végétation prédominante, à l'information associée à la langue locale, à l'information historique ou culturelle, soit tout ce qui peut être utile pour comprendre la présence et la gestion des espèces de parents sauvages.

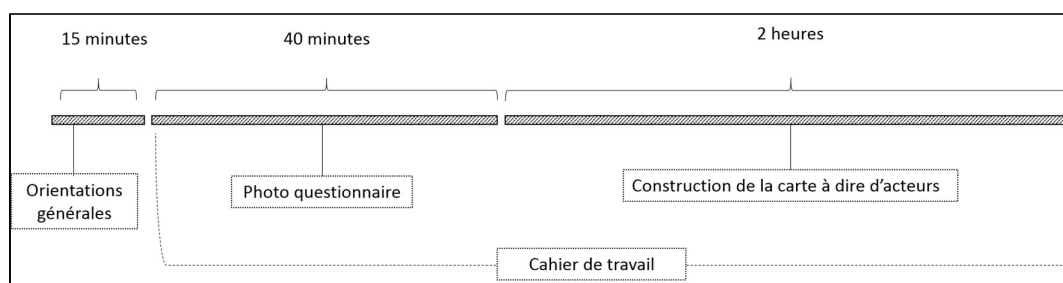


Figure 14. Structure d'un atelier participatif d'élaboration de cartographie à dire d'acteurs.

La **cinquième étape**, qui s'inscrit dans la continuité des étapes précédentes (et qui n'était pas encore considérée par le FIDA ou le Center for the Support of Native Lands comme faisant partie du processus), est le géo-référencement des informations élaborées pendant les ateliers. Cette étape consiste à prendre des séries de points GPS des espaces et repères clés de l'agroécosystème. Cette étape cruciale permet ensuite de digitaliser les cartes à dire d'acteurs, et de produire ainsi de l'information spatialisée.

4.4.4. Numérisation et géo-référencement de la cartographie ethnographique à dire d'acteurs

A l'issue des six ateliers participatifs, nous avons obtenu six cartes de base à dire d'acteurs (Figure 15 ; Figure 16), une pour chaque village. Ces cartes représentent l'agroécosystème du village avec toute l'information sur les caractéristiques significatives du territoire et les modes de production agricole, y compris les groupes de maisons, les routes, les chemins, les contours des montagnes, les aires de pâturage. En moyenne, 17 personnes par village ont participé à l'élaboration des cartes. Tous les participants avaient plus de 20 ans. Le pourcentage moyen de femmes était de 65 %.

Pour bien comprendre tous les éléments de l'agroécosystème dessinés dans les cartes à dire d'acteurs, il a été demandé aux participants de nommer et de décrire les éléments qu'ils représentaient. Comme résultat transversal aux six villages, différentes zones représentant des espaces avec des usages différenciés ont été identifiées et reliées à la présence des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (Tableau 3 ; Figure 15 ; Figure 16).



Figure 15. Les cartes à dire d'acteurs des six villages (une carte par village, 2015).



Figure 16. Détails de la carte à dire d'acteurs du village d'Urani.

Tableau 3. Eléments représentés par les participants, et communs aux six cartes à dire d'acteurs.

Classification	Représentation graphique	Description
Espace cultivé	Parcelles cultivées et en jachère	Type de culture et organisation du système (collective <i>aynoka</i> ; ou individuelle)
Espace habité	Maisons individuelles avec jardin	Village
Espace enclos	Cabanes	Espace humide et avec de l'ombre, riche en engrais organiques issus des déjections animales
Espace de pâturage	Animaux et herbe	Espace avec de l'herbe pour nourrir le bétail et présence des engrais
Lieu sacré	Montagne - Grosses roches – Eglises – Tombes des ancêtres	Lieu de culte festif, espaces de rituel météorologique, lieux de culte des ancêtres
Source d'eau	Rivières et étangs	Marais, cours d'eau permanent, système fluvial asséché
Routes et chemins	Chemins de terre intra-village et routes comme connecteurs du village avec des pôles urbains	Terre meuble des bords des chemins de terre et routes
Plantation*	Arbres	Projet de plantation de <i>kolli</i> et d'eucalyptus pour combattre l'érosion des sols mais aussi produire l'énergie domestique et du bois de service

Plantation* : dans les zones agricoles du bassin du lac Titicaca est présent l'arbre *kolli* (*Buddleia coriacea*). Il est planté près des maisons, à l'intérieur des maisons abandonnées, ou sur les terrasses rocheuses des collines. C'est un arbre traditionnel pour fabriquer des poutres, des outils. L'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) est également très planté.

Postérieurement, grâce à une recherche sur les données numériques disponibles pour la zone d'étude, nous avons établi une base des données géo-référencées officielles sur laquelle replacer précisément chaque carte à dire d'acteurs. Les sources d'information qui nous ont servi de base pour le département de Puno sont données au Tableau 4.

La numérisation de l'information représentée dans les cartes à dire d'acteurs (Figure 17 : exemple d'Urani, pour les cinq autres villages, voir les cartes en Annexe 3) a été réalisée avec deux applications en SIG (système d'information géographique) : QGis (QGis Development Team, <http://qgis.osgeo.org>) et TerraView (National Institute for Space Research (INPE), Brésil, <http://www.dpi.inpe.br/terralib5/>). Cela a été réalisé en quatre étapes décrites ci-après, et selon un traitement des informations propres à chacune.

Tableau 4. Sources de l'information numérique de référence pour le département de Puno.

Institution	Type d'information	Format	Lien web
Ministère de l'environnement (MINAM), Pérou	Modèle numérique d'élévation globale ASTER	GeoTIFF	http://geoservidor.minam.gob.pe/
	Limite administrative	Shapefile	http://geoservidor.minam.gob.pe/
Ministère du Transport, Pérou	Réseau de routes	Shapefile	http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/informacion_especial.html (consulté et utilisé le 18-11-2015)
Ministère de l'Education, Pérou	Centres urbains, ruraux Hydrographie	Shapefile	http://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/
DIVA-GIS	Lac Titicaca	Shapefile	http://www.diva-gis.org/
Bing Aerial 2016	Surface	Photographie satellite	Via OpenLayers Plugin de QGIS https://www.bing.com/maps/

Etape (1) - Traitement des éléments physiographiques (rivières, zones humides, plantations, etc.) et emplacement des villages (localisation et correction). Le géo-référencement de ces éléments permet de localiser et d'orienter l'information contenue dans les cartographies à dire d'acteurs. Le carnet de notes des ateliers, qui contient de nombreuses informations complémentaires, permet d'identifier précisément les éléments dessinés sur le papier. Avec ces trois sources d'information (coordonnées GPS, carnet de notes et cartographie sur papier), la numérisation de l'information est contrôlée et vérifiée. Les bases d'information externes (Tableau 4) sont le support officiel pour compléter et préciser la localisation des données et des informations de la carte à dire d'acteurs. Le périmètre du village, compris selon les notions d'espace vécu de Frémont (1976), est défini sur la base des directives données par chaque village. Les points cardinaux des limites du village ont été demandés à chaque groupe de participants. Les réponses sont essentiellement basées sur des éléments physiques du paysage vérifiables dans d'autres sources d'informations géographiques.

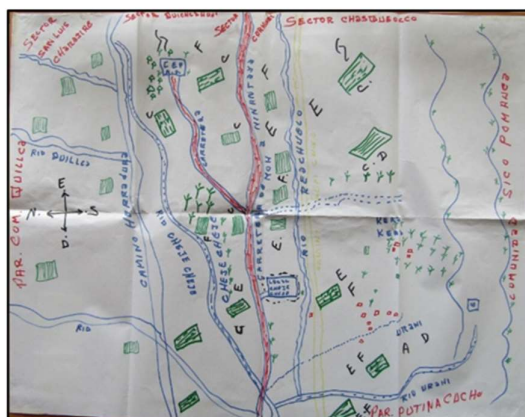
Etape (2) - Identification et classification des parcelles agricoles, en distinguant celles de *C. quinoa* Willd. des parcelles d'autres cultures. Cette étape se superpose à la précédente. Les éléments physiographiques ainsi que les carnets de notes permettent de situer précisément les informations transmises par les acteurs sur l'emplacement des parcelles cultivées avec les différentes variétés de *C. quinoa* Willd. et des parcelles

d'autres cultures. Une série de questions a été posée lors de l'atelier participatif pour localiser correctement l'aire générale de distribution des parcelles et leur emplacement le plus précis possible.

Etape (3) - Localisation de l'étendue de la superficie des aires de présence perçue des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé. Les cartes à dire d'acteurs avec les carnets de notes servent de références pour bien localiser chacune des sept espèces dans les différents espaces d'usage (Tableau 3).

Etape (4) - Création d'une grille à maille carrée appliquée à la superficie totale couverte par les cartes à dire d'acteurs. Cette grille permet la représentation en mode présence / absence des espèces de parents sauvages pour les analyses ultérieures et y associer des analyses quantitatives (Figure 18 ; Tableau 5). Le SIG TerraView est utilisé pour créer un système de maillage cellulaire sous la forme d'une grille à mailles carrées de 50 m x 50 m et il est appliqué aux données de présence / absence et aux données sur les distances. Le maillage de cellules de 50 m x 50 m est le plus apte à exprimer et mesurer les informations contenues dans les cartes à dire d'acteurs sur les parents sauvages en lien avec le découpage du parcellaire agricole et non agricole. Ce critère a été défini en fonction des dimensions spatiales perçues et mesurées par les villageois dans leurs pratiques d'activités quotidiennes. Chaque cellule contient un numéro d'identification (ID) et une paire de coordonnées (X, Y). Les cellules ont été créées sur une base nord-sud et ouest-est.

Carte à dire d'acteurs « Urani »



Numérisation carte à dire d'acteurs « Urani »

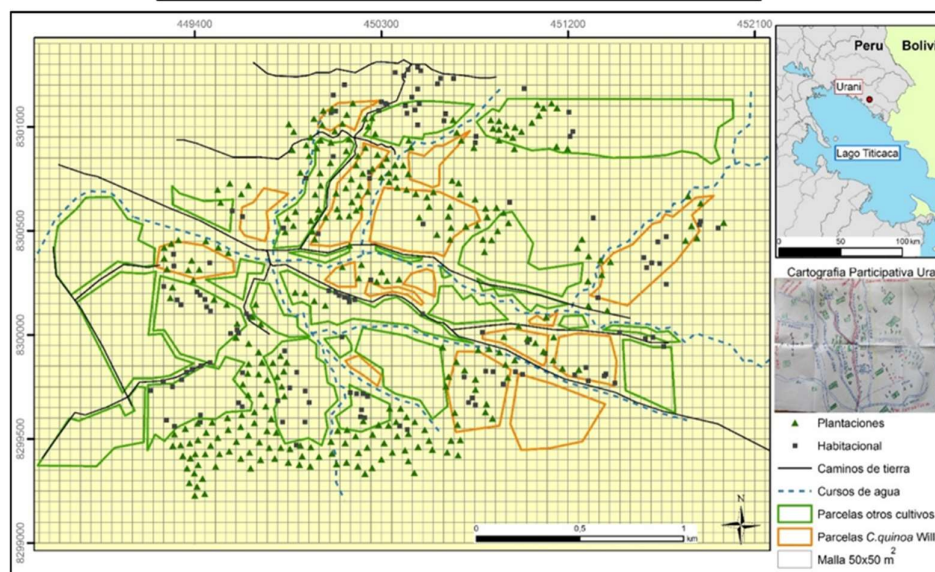
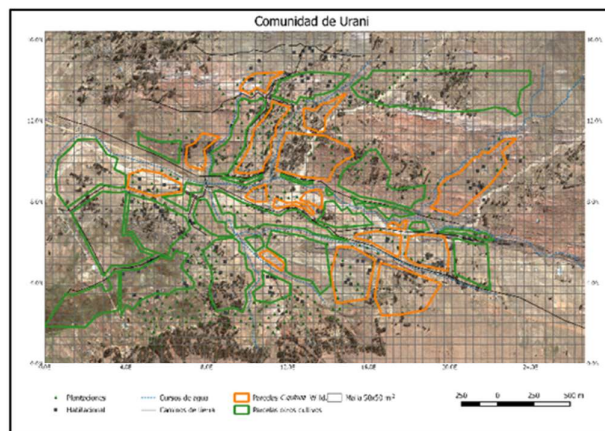


Figure 17. Localisations des villages et numérisation des cartes à dire d'acteurs. Exemple du village d'Urani.

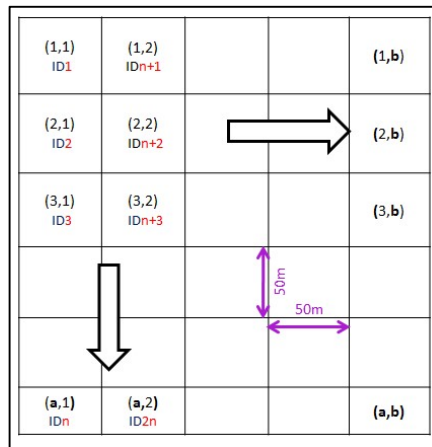


Figure 18. Exemple de construction de la grille à maille carrée, chaque carré représentant une cellule de 50 m x 50 m sur le terrain.

Tableau 5. Type de tableau associé à la grille à maille carrée par village.

Code élément	Description	Modalité
ID	Identifiant de la cellule	Numérique
X	Axe d'abscisse	
Y	Axe d'ordonnée	

Ce système de grille à maille carrée est appliqué à la superficie des villages étudiés et s'y superpose en tant que couche particulière dans le SIG. Son utilisation principale est de renseigner au niveau de chaque cellule les informations de présence (code 1) ou d'absence (code 0), ainsi que de distance, c'est-à-dire tous les indicateurs d'intérêt sur le résultat de la numérisation de chaque carte à dire d'acteurs (Tableau 6 ; Tableau 7).

L'altitude a été traitée différemment, car ses valeurs quantitatives doivent être transformées en classes qualitatives pour en faciliter le traitement et le rendre parlant pour les populations. Les classes d'altitude proposées correspondent aux étages de végétation :

- classe 1 : 3800 à 3 900 m ;
- classe 2 : 3 900 à 4 000 m ;
- classe 3 : 4 000 à 4 100 m ;
- classe 4 : > 4 100 m.

Tableau 6. Codification des données sur la présence (1) / absence (0) des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans la grille à maille carrée.

Code élément	Désignation	Modalité
CCM	<i>Chenopodium carnosolum</i> Moq.	1 ; 0
CPK	<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth	
CPA	<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen	
CHS	<i>Chenopodium hircinum</i> Schrad.	
CMH	<i>Chenopodium quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	
CIP	<i>Chenopodium incisum</i> Poir.	
CAL	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	

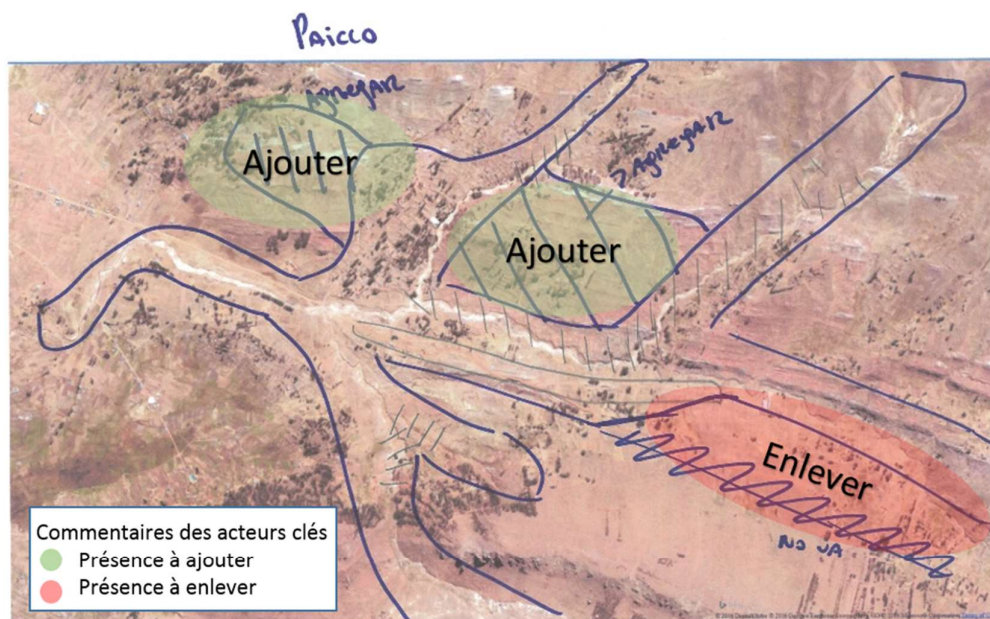
Tableau 7. Données sur les indicateurs d'intérêt dans la grille à maille carrée par village.

Code élément	Description	Modalité
P_Quinoa	Parcelles de <i>C. quinoa</i> Willd.	Distance, en mètres
P_Autre	Parcelles d'autres cultures	
C_Eau	Cours d'eau	
M	Altitude	En mètres au-dessus du niveau de la mer

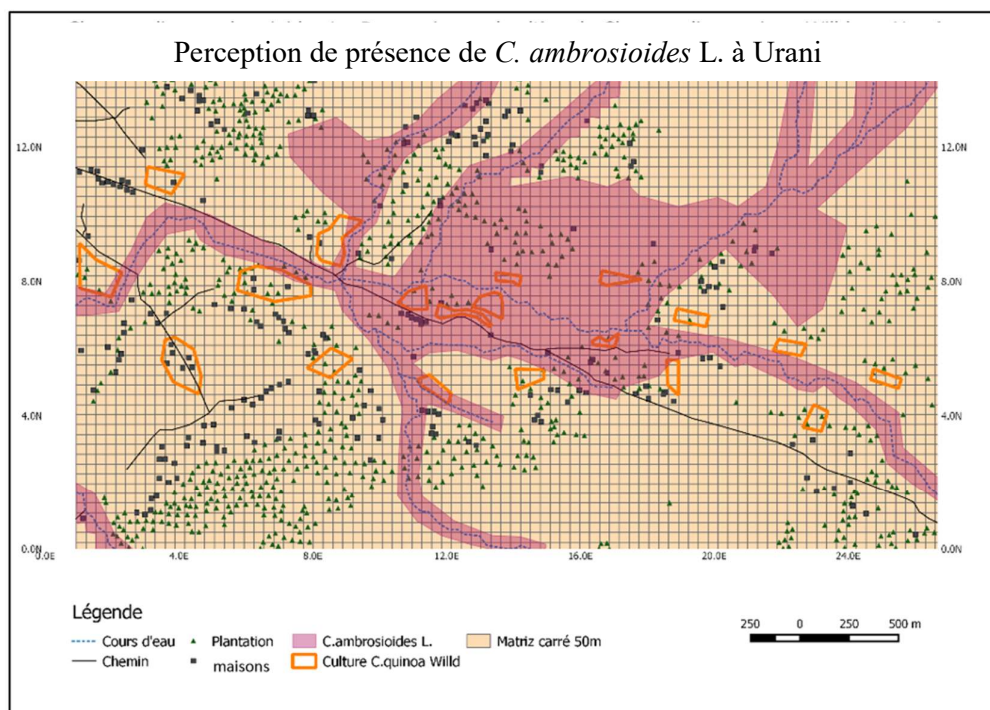
4.4.5. Ateliers participatifs de restitution, validation et réfutation des cartes

Le second séjour sur le terrain (septembre à novembre 2016) a permis de restituer et de discuter les premières représentations cartographiques participatives dans chaque village avec les traitements SIG réalisés. Ces premiers résultats de numérisation des cartes à dire d'acteurs ont été discutés avec chaque groupe de participants de chacun des six ateliers participatifs de 2015. Cet espace du travail s'inscrivant dans la continuité du dialogue avec les populations, cela a facilité les échanges pour la validation ou la réfutation des représentations retenues dans nos cartes numériques. Ainsi, un travail de collaboration étroit avec quelques acteurs clés au niveau de chaque village a abouti à une proposition révisée des cartes par espèce de parent sauvage du quinoa cultivé. Des transects paysagers ont ensuite été parcourus à pied dans chaque village avec certains de ces acteurs clés pour noter et décrire sur le terrain les corrections à apporter aux cartographies. Après cette étape collaborative, un nouveau travail de bureau a été nécessaire avec les outils SIG pour faire coïncider les limites géographiques naturelles avec les unités corrigées de présence et distribution des parents sauvages du quinoa cultivé dans chaque village (Figure 19).

Perception de présence de *C. ambrosioides* L. à « Urani »



1. Restitution sur le terrain



2. Carte restituée et validée

Figure 19. Travail de restitution, validation et réfutation des cartes sur le terrain et en SIG. Exemple du village d'Urani, pour l'espèce sauvage *Chenopodium ambrosioides* L. (2016).

4.5. Application de méthodes qualitatives en ethnographie

4.5.1. Introduction : un point sur les méthodes d'observation participante et d'entretiens

Les premiers moyens de recueillir des informations ethnographiques sont de parler avec les personnes, d'observer ce qu'elles font et de participer à leurs activités quotidiennes. Cependant, malgré cette apparente simplicité, la collecte de données ethnographiques exige de la compétence et de l'anticipation pour obtenir des données fiables. L'anticipation permet de construire un cadre tenant compte des aléas d'une démarche qui associe paramètres qualitatifs et quantitatifs. Parmi les diverses techniques de recueil de ce type d'information sur le terrain, nous présentons ici les deux méthodes que nous avons adaptées et utilisées : l'observation participante de type participant en tant qu'observateur, et les entretiens (ou entretiens, *interviews*) de type semi-structuré. Les entretiens semi-structurés et systématiques peuvent donner de bonnes idées sur la façon dont les personnes décrivent leur vie et leur environnement naturel, tandis que l'observation permet de voir comment ces personnes mettent leurs connaissances en pratique. Ces deux manières de recueillir des données sont complémentaires.

L'observation participante désigne le fait de vivre avec les personnes et de partager avec elles de nombreux aspects de leur vie — activités de subsistance comme la cuisine, l'agriculture ou la collecte de bois de chauffage, occasions rituelles comme les mariages, les célébrations religieuses ou les rites initiatiques. L'observateur ou l'observatrice est immergé pour une période déterminée afin d'obtenir une perspective interne du groupe étudié, de ses objectifs et stratégies. En participant physiquement et concrètement aux activités, le chercheur observateur prend vraiment conscience par son expérience personnelle de ces activités, en connaissant davantage les personnes impliquées et en observant ce qu'elles font et ce qui détermine leurs pratiques. Ce qui fait la spécificité de l'observation par rapport à l'interview est le fait qu'elle porte sur une situation actuelle, dans le temps présent. Trois types d'observation participante sont couramment utilisés. *L'observateur complet* observe la situation sans interagir avec les activités quotidiennes du groupe. *L'observateur en tant que participant* observe la situation mais est impliqué dans l'activité en arrière-plan. *Le participant en tant qu'observateur* est le mode de

recueil d'information choisi pour la spécificité des travaux de cette thèse : ici, l'observatrice est pleinement impliquée dans les activités quotidiennes du groupe mais elle doit toujours prendre le temps de noter ses observations.

L'entrevue (ou entretien, interview) consiste à interroger les personnes, individuellement ou en groupe, sur leurs croyances et leur mode de vie. Elle permet d'appréhender la manière dont elles décrivent leur vie et leur environnement naturel. C'est particulièrement pertinent pour analyser le sens qu'elles donnent à leurs pratiques, aux événements dont elles ont pu être les témoins actifs, pour comprendre les systèmes de valeurs et les repères normatifs à partir desquels elles s'orientent et se déterminent. L'entretien est une affaire de relation, qui va déterminer les conditions et les processus du discours : c'est une démarche participative et coopérative ; elle exige une relation de confiance entre la personne qui pose les questions et la personne qui l'informe. Cette confiance garantit la productivité de l'entretien et le recueil d'une information fiable. Sa réussite est donc variable selon le degré de confiance établi.

Il y a trois principales formes d'entrevue : directive (ou fermée, ou structurée), semi-structurée, ouverte (ou non directive). En entrevue *directive*, l'enquêteur pose des questions préparées et planifiées (questionnaire) dans un ordre déterminé. En entrevue *semi-structurée*, l'enquêteur prévoit quelques questions sur des thèmes préalablement identifiés dans un guide d'entretien, laissant l'interlocuteur s'exprimer. L'entrevue *ouverte* repose sur une expression libre de l'enquêté à partir d'un sujet proposé par l'enquêteur et guidé par ce dernier pour l'aider à exprimer ses connaissances et ses pratiques dans le domaine. Ce type d'entrevue est considéré comme un entretien d'information pour des études initiales où l'enquêteur se contente alors de suivre et de noter la pensée, le discours de l'enquêté sans poser de questions visant à réorienter l'entretien. Dans les entrevues ouvertes ou semi-structurées, les personnes donnent des réponses détaillées à une série de questions générales, dont certaines ont été préparées à l'avance et d'autres surgissent naturellement au cours de la conversation. Des entrevues en profondeur peuvent avoir lieu avec un expert local ou un informateur clé, qui a une connaissance approfondie d'un aspect particulier de la culture locale. Certains anthropologues consignent l'histoire de vie de ces spécialistes en racontant les expériences de la personne au fur et à mesure qu'elle grandit et acquiert de l'expertise. Ces approches, souvent appelées *méthodes informelles ou qualitatives*, produisent des

réponses qui sont utilisées pour rédiger des monographies ethnographiques générales de la communauté et de sa culture. Si le chercheur souhaite analyser les réponses de tels documents à portée générale à l'aide de méthodes statistiques, elles doivent être codées et catégorisées avant d'être interprétées pour mieux les faire cadrer avec l'objectif spécifique de la recherche.

4.5.2. Les entretiens semi-structurés ethnobotaniques menés dans les six villages : éléments préliminaires

Comme nous l'avons abordé à la section précédente, les entretiens semi-structurés sont menés de façon ouverte auprès d'individus ou de groupes, et axés sur les objectifs d'une question particulière. Bien que l'enquêteur puisse avoir une liste de contrôle de l'information à couvrir, les questions ne sont pas structurées de façon rigide et peuvent s'adapter au fur et à mesure de l'entretien selon les réponses reçues. Ici, l'interaction est basée sur un cadre ouvert qui permet une communication ciblée, conversationnelle et bidirectionnelle. Ce type d'entrevue est utile parce qu'il nous permet de récolter des informations jusqu'alors inconnues avec un large éventail de renseignements sur un même sujet, et d'obtenir des renseignements quantitatifs et qualitatifs précis à partir d'un échantillon ciblé de la population.

Les entretiens semi-structurés sont un des principaux outils utilisés par les ethnobotanistes pour obtenir de l'information sur les savoirs associés aux plantes. Outre les questions elles-mêmes, une grande variation dans les entrevues peut être attribuée au support matériel (appelé aussi *accessoire*) choisi pour aider l'entretien, comme une plante vivante, une photographie, etc., le but étant de stimuler les réponses des participants. Lors des entretiens *in situ*, les plantes vivantes servent de référence et des questions sont posées sur le lieu de culture des plantes, y compris sur les paysages culturels et naturels.

En revanche, les entretiens *ex situ* utilisent des références à des plantes récoltées ou artificielles et se déroulent physiquement loin du lieu de culture de la plante, par exemple dans la maison d'un participant. Dans certaines recherches, il est possible d'utiliser des photographies (Alexiades, 1996; Nguyen et al., 2013) ou des dessins au trait (Atran et al., 2002) comme stimulant des discussions. L'utilisation des photographies pose la question de la capacité des participants à relier les images abstraites à la réalité. La reconnaissance

des espèces végétales est beaucoup plus problématique en salle qu'*in situ*, car de nombreux détails botaniques et écologiques manquent dans le matériel végétal présenté. Ces données doivent être fournies verbalement par l'enquêteur. Cependant, Thomas et al. (2007) suggèrent que, dans certains cas, l'utilisation de photographies comme accessoires peut être mieux que les échantillons (frais ou séchés), particulièrement lorsque la recherche est menée dans des sites éloignés et isolés.

Compte tenu de la phénologie différente des espèces considérées (c'est-à-dire de leurs stades successifs de développement, depuis la germination jusqu'à la sénescence), nous avons choisi pour les entretiens ethnobotaniques d'utiliser des photographies de qualité des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (voir en Annexe 2), en évitant les photographies floues ou montrant des spécimens incomplets. Des efforts ont été faits pour montrer sur les photos toutes les caractéristiques morphologiques nécessaires pour identifier les espèces d'intérêt et les différencier d'autres plantes qui leur ressemblent. Les photos montrent différentes parties de la plante (racines, feuilles, graines, tiges, etc.). En revanche, les photos de chaque type de quinoa cultivé montrent seulement leur panicule (l'inflorescence portant les graines à maturité) car les paysans partagent déjà des références communes sur leurs appellations et catégories.

4.5.3. Le choix de l'échantillon des ménages et personnes à interviewer dans chaque village

En ethnographie, il est acceptable de parler avec les premières personnes rencontrées lors du démarrage d'un projet. De nombreux anthropologues recommandent que les informateurs soient sélectionnés de manière systématique au fur et à mesure que l'étude progresse. Pour cette thèse, il n'a pas été prévu d'utiliser les statistiques pour choisir un échantillon aléatoire qui représente un échantillon représentatif des villages d'étude. Choisir les participants au hasard implique que tous les membres de la population ont une chance statistique égale d'être inclus, garantissant que l'échantillon ne sera pas biaisé en faveur d'un groupe social particulier.

Ici, l'échantillonnage idéal des personnes à interviewer a été pensé selon trois critères définissant nos hypothèses de travail : âge (jeune ; vieux), genre (féminin ; masculin) et ethnie (*aymara*, *quechua*). L'âge minimum requis a été considéré dès 15 ans puisque la

plus grande acquisition de connaissances ethnobotaniques a lieu avant cet âge (Hunn, 2002; Ohmagari et Berkes, 1997; Zarger, 2002).

Cependant, les villages étudiés n'avaient pas de recensement des résidents avec des informations sur des variables sociologiques (âge, sexe, etc.), et nous ne pouvions mener à bien, dans le temps imparti sur le terrain, un tel recensement complet de la population. C'est pour cette raison que la méthode choisie a été de parler « à la première personne rencontrée », qui correspond concrètement à l'autorité du village, puis de demander à cette personne un conseil sur les habitants qui connaissent le mieux les plantes, sur le plan général sans se limiter aux espèces de parents sauvages du quinoa cultivé.

Soulignons que la méthode choisie a pour conséquence d'interviewer principalement des personnes du groupe social dominant du village. Réussir une égalité du nombre de personnes par classe d'interviewés (genre et âge) est de ce fait difficile. La seule variable possible à gérer sur le terrain était l'ethnie, puisque chaque village est composé d'une seule ethnie à la fois.

L'échantillonnage n'a pas été limité aux agriculteurs qui cultivent le quinoa, puisqu'il était important de considérer la diversité des connaissances et des expériences. On peut en effet s'attendre à ce que les villageois qui font de l'élevage ou d'autres activités qui ne sont pas directement liées au quinoa (un chaman, un mineur, un professeur, etc.) aient alors une connaissance différente des espèces de parents sauvages. Turner (1988) explique qu'on ne peut pas tenter d'arriver à une valeur moyenne des résultats en ethnobotanique, à moins que la population échantillonnée soit particulièrement nombreuse en tenant compte du plus grand nombre possible de sources d'information différentes.

En principe, l'idéal était d'interviewer une personne par maison habitée dans chaque village. Une image satellite de chaque village a permis de localiser les personnes déjà interviewées (Figure 20). Chaque maison a alors été marquée sur l'image satellite, ainsi que l'endroit où s'est déroulé l'entretien. Cet outil a permis de voir la distribution des maisons et des déplacements des interviewés à l'échelle du village.

4.5.4. Les entretiens ethnobotaniques pour identifier la gestion et les usages des parents sauvages du quinoa dans l'agroécosystème

Un guide d'entretien a été préparé avant d'aller sur le terrain (voir en Annexe 4). Ce guide, composé d'une liste de vérification des sujets et des questions considérées importantes à aborder, a été testé avant d'aller dans les six villages étudiés. Des agriculteurs *aymaras* et *quechuas* qui travaillent dans les champs expérimentaux de quinoa au centre de recherche de l'INIA à Puno ont été interviewés. Au fur et à mesure de la discussion, de nouveaux thèmes d'enquête sont apparus naturellement et certaines des questions préparées ont été modifiées ou enlevées. Cette instance a permis d'adopter des façons locales de parler, en utilisant des expressions et des mots que les gens comprennent.

A l'arrivée au premier village étudié, en coopération avec l'autorité locale, le guide d'entretien a été à nouveau corrigé et finalisé afin de se placer dans des conditions optimales de compréhension réciproque. Avec le soutien de l'autorité locale de chaque village, un atelier initial de sensibilisation a été conduit pour présenter la nouvelle étape du projet de recherche et la méthodologie prévue faisant suite au recueil participatif des données cartographiques sur la distribution des parents sauvages du quinoa cultivé. Cette instance a permis de présenter le matériel d'appui pour les entretiens : les photographies des espèces, l'appareil enregistreur, l'appareil photographique et le carnet de notes. A la fin de chaque atelier, il a été décidé ensemble du calendrier des entretiens avec les premières personnes volontaires pour se faire interviewer.

La plupart des entrevues ont été menées avec une seule personne à la fois. Cela a permis aux personnes d'exprimer leurs savoirs et points de vue personnels librement. Pour les villages *aymaras*, un anthropologue local a participé en tant qu'interprète pendant les entretiens avec les personnes ne parlant pas espagnol. En revanche, pour les villages *quechuas*, lorsqu'une personne ne parlait pas espagnol, il a été demandé à quelqu'un de sa propre famille, ou d'une autre au sein du même village, de se porter volontaire comme interprète pour nous aider pendant l'entretien.

En tant que doctorante en phase de recherche, le fait de vivre au village et de partager avec les villageois de nombreux aspects de leur vie, a permis de créer une atmosphère de confiance avec les personnes interviewées. Dès le début de mon arrivée au village, j'ai montré ma curiosité et ma volonté d'apprendre, afin de m'adapter à leur rythme et à leur mode de vie. A chaque fois, avant le déroulement des entretiens, je me suis impliquée dans la routine de chaque personne en faisant des actions pour l'aider dans ses activités journalières (faire la cuisine, aller au champ ou au pâturage, collecter le bois de chauffage, etc.). Puis, naturellement, je leur ai rappelé le but de mon séjour au village, et respectueusement, je leur ai demandé leur accord pour commencer l'entretien programmé. Avant de commencer l'entretien, j'ai systématiquement demandé à la personne la possibilité d'enregistrer la conversation. De plus, j'expliquais ce qui serait fait avec les résultats de cette recherche. La durée des entretiens a été variable, mais dans l'ensemble, ils duraient une heure. Souvent ils ont été réalisés en une séance, quelquefois il en a fallu deux pour aller au bout de l'exercice compte tenu de leur temps disponible.

La collecte d'informations s'appuie sur la réponse à quatre questions de base :

- 1) Qui maintient la diversité des cultures de quinoa sur le territoire et des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé ?
- 2) Quelle est la distribution de ces espèces que les villageois maintiennent dans le temps et l'espace ?
- 3) Quels sont les facteurs (sociaux, environnementaux, commerciaux et culturels) qui influencent les décisions des villageois de maintenir la diversité des cultures locales de quinoa et des parents sauvages ?
- 4) Comment les villageois définissent-ils les actions pour maintenir (ou non) les parents sauvages ? Quels sont les processus utilisés par les villageois pour garder les parents sauvages sur les fermes ou en dehors d'elles (dans l'environnement) ?

Les sept espèces de parents sauvages du quinoa auxquelles nous nous intéressons soulèvent le problème de l'existence d'une frontière imprécise entre le domestique et le sauvage. Certaines de ces espèces sont cultivées ailleurs et, en plus, les ethnies *aymara* et *quechua* ne marquent pas dans leur cosmovision de différence entre les plantes cultivées et sauvages, contrairement à ce que marque la botanique, en tant que discipline scientifique. Ces espèces sont nommées localement et font ou ont fait l'objet d'une

utilisation. L'état de l'art réalisé (en Partie 2 de cette thèse) montre que certaines espèces peuvent jouer un rôle économique et social important et peuvent présenter un intérêt tout aussi bien génétique qu'ethnologique.

Notre intérêt a porté sur ces plantes non cultivées mais considérées comme gérées par les villageois selon leurs propres modes de gestion. Les questions posées doivent alors permettre de mettre à jour les pratiques des villageois pouvant avoir un effet sur la biodiversité des sept espèces de parents sauvages étudiées, telles que des pratiques agronomiques sur les parcelles (productives), et l'entretien des éléments fixes et non cultivés de l'agroécosystème (milieux ouverts non cultivés, jachères, bords de champs, etc.).

La gestion des espèces tient compte de l'impact de ces espèces sur la vie quotidienne de la communauté (Turner 1988). Nous avons donc étudié les usages des espèces en adaptant la définition faite par Turner (1988) sur le facteur « qualité des usages », ainsi que celle de la « fréquence des usages » de Stoffle et al. (1990).

Turner (1988) étudie les usages des espèces selon trois facteurs : la qualité des usages, l'intensité des usages (l'impact des espèces sur la vie quotidienne des gens), et l'exclusivité des usages (une espèce particulière à priorité d'usage sur les autres espèces dans un rôle culturel donné). Le modèle de Turner (1988) repose sur le calcul d'un classement, produit en attribuant des valeurs au nombre de facteurs qui contribuent à l'importance d'une espèce, c'est-à-dire à l'usage de l'espèce par les personnes. Les résultats combinés des facteurs produisent un indice de signification culturelle pour une espèce végétal donnée. Pour cette thèse, nous avons considéré uniquement le premier facteur, « qualité des usages ». Nous n'avons pas considéré les facteurs « intensité de l'usage » ni « exclusivité de l'usage » puisque notre étude se limite à sept espèces et ne couvre pas toutes les autres espèces présentes dans l'agroécosystème et utilisées pour les villageois. Dans la « qualité des usages », le concept d'usage est défini au sens large afin d'inclure le large éventail d'utilisations potentielles qu'une espèce donnée peut avoir, y compris dans la mythologie et les rituels. La proposition de Turner inclut des espèces qui ne sont pas utilisées actuellement par les interviewés, mais qui sont toujours reconnues comme ayant été utilisées par eux ou par d'autres. Nous avons néanmoins adapté ce facteur de qualité des usages en évitant de classer les réponses des villageois pour ne pas concéder plus d'importance culturelle à une espèce qu'à une autre. En effet, notre terrain

d'étude est composé de deux groupes linguistiques différents, et aussi de contextes géographiques diversifiés pour les six villages. De plus, l'usage d'une espèce particulière peut varier considérablement, allant d'une importance majeure dans un village à une importance marginale dans un autre. Enfin, les revues bibliographiques sur les études ethnobotaniques contemporaines des espèces de parents sauvages du quinoa dans les Andes péruviennes restent rares et dispersées, ce qui rend difficile une analyse réaliste des données ; de ce fait, toutes les espèces devraient se voir attribuer une valeur égale de qualité d'usage.

Par rapport à la fréquence des usages des espèces, selon Stoffle et al. (1990), les plantes utilisées régulièrement sont plus importantes que celles qui sont peu utilisées : si une plante est encore utilisée, la connaissance de son usage sera transmise de génération en génération. Ainsi, l'importance culturelle d'une espèce peut être reflétée dans le développement des pratiques spéciales de gestion de la même espèce, telles que le brûlage des plantes afin d'encourager une nouvelle croissance de la plante l'année suivante. Dans cette logique, l'importance culturelle de l'espèce en question est donc plus grande que celle de certaines autres espèces en raison de ses divers usages et de sa rareté perçue. Stoffle et al. (1990) suggèrent que les parties d'une plante utilisées à des fins spécifiques devraient faire partie du calcul de la signification culturelle d'une espèce. Par exemple, une même plante peut avoir différentes parties qui sont utilisées pour différents aliments importants à des stades distincts de maturation de la plante.

4.5.5. Le traitement des données des interviews

Pour le traitement des données, la première étape a été de définir les catégories par lesquelles nous décrirons les personnes interviewées, les espèces de parents sauvages et leurs usages. Dans une seconde étape, la méthodologie d'analyse des données a consisté en une étude détaillée d'interprétation conjointe et holistique du contenu des entretiens réalisés, des données issues de l'observation participante et de l'information contenue dans la bibliographie consultée.

4.5.5.1. Variables décrivant les personnes interviewées (150 personnes)

Comme établi par Jarvis et al. (2000), les contextes sociaux façonnent les rôles des différents individus ou groupes au sein d'un ménage ou d'un village. Ces rôles

socialement déterminés affectent les connaissances, les actions et l'accès aux ressources des villageois en ce qui concerne le maintien de la biodiversité. L'étude de la pertinence de ces rôles sociaux pour la diversité des espèces de parents sauvages du quinoa dans l'agroécosystème doit aider à comprendre qui est impliqué dans le maintien de cette diversité. Les variables choisies pour décrire les personnes sont le genre, l'âge et l'ethnie (Tableau 8).

Tableau 8. Variables pour décrire le profil des personnes interviewées.

Code élément	Description	Question	Modalité
ID	Identifiant de chaque personne interviewée	-	Chiffre
Genre	Genre de la personne : féminin, masculin	Observation	F ; M
Age	Classe d'âge de la personne selon : moins (jeune) ou plus de 50 ans (vieux)	Quel âge avez-vous ?	≤ 50 > 50
Ethnie	Appartenance à l'ethnie <i>aymara</i> ou <i>quechua</i>	A quelle ethnie appartenez-vous ?	A Q

Le total de la population interviewée pour les six villages est de 150 personnes (Tableau 9 ; Figure 21). La description de notre population correspond à une parité stricte entre groupes ethniques avec 75 personnes de l'ethnie *aymara* et 75 personnes de l'ethnie *quechua*. Cependant, par rapport au genre et à l'âge, certaines différences existent. Indépendamment du genre et de l'ethnie, les personnes interviewées âgées de plus de 50 ans ont toujours été plus nombreuses. Ce groupe représente 60,7 % des femmes, 73,8 % des hommes, 66,6 % des *aymaras* et 65,3 % des *quechuas*. Par rapport au genre, il y a globalement plus de femmes (59,3 %) que d'hommes interviewés. Pour le groupe *aymara*, les femmes représentent 50,6 % des personnes interviewées, alors que pour le groupe *quechua*, elles représentent à 70,7 % des personnes interviewées.

Tableau 9. Structuration de la population interviewée des six villages.

Ethnie	Femmes			Hommes			Total
	≤ 50 ans	> 50 ans	Sous-total	≤ 50 ans	> 50 ans	Sous-total	
<i>Aymara</i>	14	24	38	11	26	37	75
<i>Quechua</i>	23	30	53	3	19	22	75
Total	37	54	89	14	45	61	150

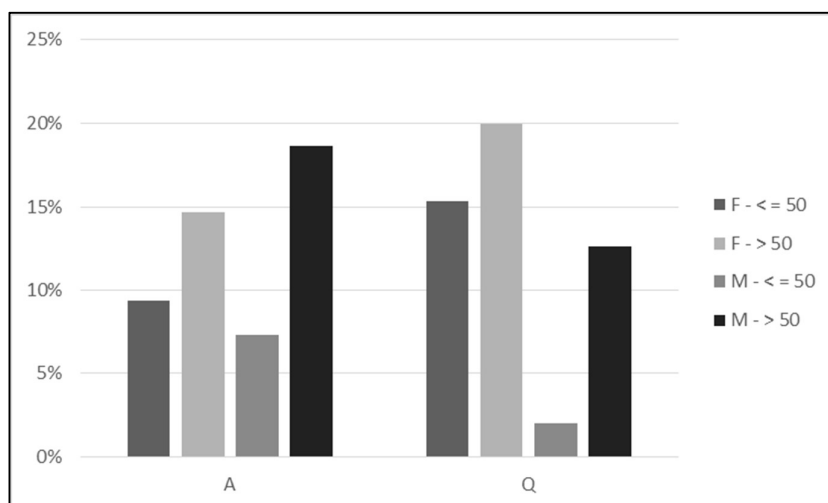


Figure 21. Proportion des classes de population interviewée selon ethnie (Aymara - Quechua), genre (Féminin - Masculin) et âge (≤ 50 ; > 50 ans).

4.5.5.2. Variables décrivant les espèces de parents sauvages du quinoa cultivé

Comme mentionné précédemment, nous avons utilisé des photographies des espèces pour demander aux personnes des informations. Demander à une personne d'identifier des échantillons d'herbier, quand elle n'a pas l'habitude de regarder des plantes séchées aplaties en deux dimensions sur des photos, et retirées de leur contexte écologique et social, peut affecter leurs réponses. C'est bien le cas pour notre terrain d'étude. La vérification des réponses s'est donc faite en les validant par rapport à leur cohérence avec la bibliographie existante, les données collectées par le biais des autres personnes interviewées et de l'observation participante. La vérification croisée a permis de regarder les savoir locaux des espèces sous plusieurs perspectives et d'obtenir une vision globale de la façon dont les personnes interagissent avec leur environnement.

Les métadonnées pour analyser les réponses sur les espèces de parents sauvages sont décrites au Tableau 10.

Tableau 10. Métadonnées pour décrire les espèces de parents sauvages du quinoa cultivé.

Code élément	Description	Modalité
CCM	<i>Chenopodium carnosolum</i> Moq.	Oui ; Non
CPK	<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth	
CPA	<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen	
CHS	<i>Chenopodium hircinum</i> Schrad.	
CMH	<i>Chenopodium quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	
CIP	<i>Chenopodium incisum</i> Poir.	
CAL	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	

Pendant les entretiens, nous avons essayé de limiter au mieux les confusions sur l'identité de chaque espèce. En effet, de nombreux noms locaux de plantes n'ont pas toujours une correspondance unique avec des espèces scientifiques. Pour éviter de telles confusions par rapport l'espèce consultée et la plante sur laquelle chaque personne répond, nous lui avons demandé de nommer et de décrire la plante avant de passer aux questions suivantes.

4.5.5.3. Variables décrivant les usages

Les études sur l'utilisation des plantes prenant de plus en plus d'importance, la normalisation des termes et un système unifié sont devenus la règle. Ceci est vrai en particulier lorsque les collecteurs d'informations souhaitent partager et échanger ces données. Nous avons utilisé l'une de ces normes, préparée par le Groupe de travail international sur les bases de données taxonomiques pour les sciences végétales (*Taxonomic Database Working Group*, TDWG) : celle de l'*Economic Botany Data Collection Standard* (http://static1.kew.org/tdwguses/rptLevel1_2States.htm). Elle porte sur trois niveaux de détail pour décrire l'utilisation d'une plante (Figure 22).

Les dix catégories d'usages sont, en premier niveau (information obtenue pendant l'année 2015-2016) : Alimentation humaine, Additif alimentaire, Alimentation animale, Matériaux, Carburant, Usage social, Toxique et nocif (vertébrés), Toxique et nocif (invertébrés), Médicament, Usage environnemental. A noter que ces informations correspondent à l'année 2016, et elles ont permis de préparer le travail pour le deuxième séjour au Pérou (actuellement, ce standard propose 13 utilisations, les nouvelles catégories correspondant à Plantes des abeilles, Alimentation des invertébrés, et Source génétique). Ensuite, le deuxième niveau correspond aux parties de la plante qui sont

utilisées pour atteindre l'objectif du niveau 1. Le troisième niveau est beaucoup plus complexe et varie en fonction des catégories étudiées. Par exemple, en alimentation humaine (niveau 1), pour la plante entière (niveau 2), le niveau 3 est composé de trois choix : type de repas, préparation utilisée, situation pendant laquelle l'aliment est consommé (Figure 22).

Niveau 1	→	Niveau 2	→	Niveau 3
Alimentation humaine		Plante entière		Type de repas
Alimentation animale		Partie aérienne		Type de médicament
Médicament humain		Rameaux		Préparation utilisée
Médicament animal		Grains		Contrôle de fertilité
Usage social		Feuilles		Rituel
Usage environnemental		Fleurs		Espèce sacrée
Carburant		Racines		Où, dans l'espace utilisé
Toxique et nocif				Résistance aux ravageurs
				Résistance à la sécheresse
				Résistance aux inondations
				Tolérance au froid
				Usages du carburant
				Usages du poison

Figure 22. Adaptation à notre terrain des catégories d'usages des plantes proposées par l'*Economic Botany Data Collection Standard* 2016.

L'information issue des entretiens semi-structurés sur les usages des espèces a été classé selon la normalisation des termes proposée par l'*Economic Botany Data Collection Standard*. Les métadonnées pour analyser les usages sont décrites au Tableau 11.

Tableau 11. Métadonnées pour l'analyse des usages des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé.

Code élément	Description	Modalité
AH	Alimentation humaine	Oui ; Non
AA	Alimentation animale	
MH	Médicament humain	
MA	Médicament animal	
US	Usage social	
UE	Usage environnemental	
C	Carburant	
TN	Toxique et nocif	

4.5.5.4. Variables liées aux phases de développement des espèces de parents sauvages

Nous nous sommes intéressés aux différentes phases de développement des plantes (phénologie) du fait que les agriculteurs y attachent une grande importance puisqu'elles représentent des signes qui leur servent à prévoir les travaux agricoles. Les agriculteurs observent ainsi le changement externe visible de la plante au cours des saisons et lié aux conditions environnementales. Les comportements saisonniers sociaux, alimentaires et territoriaux sont alors influencés par les modèles de disponibilité des ressources. Un calendrier phénologique idéal signale les changements saisonniers et le développement des plantes, ainsi qu'une mesure micro-environnementale concise.

L'intérêt d'établir des calendriers phénologiques du quinoa cultivé, mais aussi de ses parents sauvages, est de les confronter et de voir s'il est possible d'observer des périodes pendant lesquelles des croisements naturels du quinoa cultivé et de ses parents sauvages sont possibles.

Les besoins écologiques liés au développement de la plante sont propres à chaque espèce végétale, comme un type de sol et des facteurs climatiques spécifiques. Sur l'Altiplano de Puno, le sol est de type franc argileux avec une capacité de 22 % d'humidité dans les zones cultivées, et la moyenne annuelle de rayonnement global s'élève à 462 joules/cm²/jour (Mujica et al., 2013). En raison de la taille des villages étudiés, la plupart des données abiotiques existantes ne permettent pas une analyse suffisamment fine pouvant expliquer la distribution des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans l'agroécosystème. C'est pour cela que nous limitons notre analyse à deux facteurs, qui sont primordiaux et que nous avons pu cartographier : l'altitude et la distance à un cours d'eau.

4.5.5.5. Traitements statistiques des données d'interviews

Les données ont été organisées dans deux matrices à double entrée dans laquelle sont présentées les réponses de chaque personne interviewée : une matrice sur les réponses de diversité d'usages et une matrice séparée pour les réponses sur la reconnaissance des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé. Ces matrices ont été la base pour les

analyses statistiques effectuées avec le logiciel XLSTAT 2018.3 (<http://www.xlstat.com>) et décrites ci-après :

- **Coefficient de corrélation et R^2** - Pour pouvoir savoir si le nombre d'espèces de parents sauvages du quinoa cultivé reconnues et si les savoirs sur la diversité d'usages dépendent des trois variables relatives aux personnes interviewées (le genre, l'âge et l'ethnie) nous avons effectué des analyses statistiques sur le coefficient de corrélation de Pearson et le coefficient de détermination R^2 . Le coefficient de corrélation (R) de Pearson va nous permettre d'étudier l'intensité de la liaison qui existe entre nos variables (genre, âge, ethnie) et la diversité des savoirs des usages des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé. Il en est de même pour la reconnaissance de ces espèces. La représentation à utiliser est faite par le calcul du coefficient de corrélation linéaire. Le coefficient de détermination (R^2) nous permet de mesurer la qualité de la corrélation linéaire.
- **Test non-paramétrique de Kruskal-Wallis** - Pour savoir si le nombre de personnes ayant cité chaque catégorie d'usage diffère selon les classes de personnes interviewées (genre, âge, ethnie), nous avons appliqué le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis. Ce test a été utilisé en alternative à l'ANOVA du fait de la nature de nos données, pour lesquelles l'hypothèse de normalité n'est pas acceptable. Un exemple de la question posée et répondue avec cette méthode statistique est : est-ce que le nombre de personnes interviewées ayant cité la reconnaissance de l'espèce *C. carnosolum* Moq. diffère entre les ethnies (*aymara* et *quechua*) ?
- **Test χ^2** - Pour savoir s'il y a une relation entre les réponses de nombre de personnes interviewées selon la classe (genre, âge, ethnie) et les savoirs sur chaque usage des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé ou la reconnaissance de chacune de ces espèces, nous avons utilisé le Test χ^2 et le Test exact de Fisher. Un exemple de la question posée et répondue avec cette méthode statistique est : existe-il une relation entre le nombre de réponses des personnes interviewées selon la classe d'ethnie (*aymara*, *quechua*) et la reconnaissance de l'espèce *C. ambrosioides* L. ?

La modélisation des résultats a été faite avec le logiciel DARwin version 6.0 développé par le Cirad (Dissimilarity Analysis and Representation for Windows 7, <http://darwin.cirad.fr/>). L'analyse des Coordonnées Principales (PCoA) correspond à une analyse factorielle qui utilise une matrice de distance. La distance est mesurée par le test de Dissimilarité (Dissimilarity) sous l'indice « Dice » qui concerne les données « présence/absence » d'information. Dans les matrices, les réponses positives ont été représentées par 1 (présence) et les réponses négatives ou absentes (absence) ont été représentées par 0.

L'analyse factorielle considère l'espace de grande dimension défini par les distances entre les unités deux par deux. Cet espace a une dimension trop grande pour être lisible, c'est pourquoi la PCoA cherche un sous-espace de faible dimension où les distances entre les unités sont aussi proches que possible. Pour observer ces sous-espaces, la PCoA extrait des axes où chaque unité d'information représentée sur l'espace a une coordonnée. En général, les premiers axes (les trois ou quatre premiers) résument une grande partie de l'information spatiale complète et les plans des axes 1-2, 1-3, 2-3 sont suffisants pour présenter la structure principale des données.

Cette analyse a été faite pour montrer l'existence des associations entre les différentes variables (genre, âge, ethnie). Un exemple de question posée et répondue avec cette méthode statistique est : quelle est la répartition des personnes qui ont répondu sur l'usage Alimentation humaine des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé ?

4.6. La modélisation chorématique pour représenter l'agroécosystème andin

4.6.1. Introduction : qu'est-ce que la modélisation chorématique ?

Les modèles à base de *chorèmes*, ou modèles chorématiques, sont des modèles graphiques qui aboutissent à des cartes sans échelle. Ces modèles ont été développés par un courant de la géographie française, via le géographe Roger Brunet (1980), et portés par la revue *M@ppemonde*, revue scientifique sur l'image géographique et les formes du

territoire (<http://mappemonde.mgm.fr/>). Ces cartes utilisent des symboles géométriques pour représenter un système qui est une abstraction, alors que la carte classique localise de manière descriptive selon une échelle donnée.

Cinq opérations sont essentielles pour créer un modèle chorématique (Ferras, 1993) :

- un choix d'éléments signifiants au sein de la complexité du réel, c'est-à-dire les éléments que l'on choisit de conserver pour la représentation parce qu'ils paraissent importants pour expliquer la dynamique à l'œuvre sur le territoire étudié et les priorités de changement ;
- leur mise en évidence et en relations ;
- la maîtrise des procédés techniques ;
- la proposition d'un tout cohérent et logique ;
- une généralisation pour des comparaisons possibles.

La construction d'une carte chorématique se fait en trois étapes de superposition de ces éléments choisis pour leur importance :

- les éléments physiques, ou entité territoriale ;
- puis les éléments naturels, ou matérialité physique ;
- et, enfin, les éléments relatifs à l'organisation sociale.

Pour cette thèse, l'application de la représentation chorématique des villages étudiés doit permettre de faire ressortir les éléments importants de la dynamique particulière à l'œuvre depuis 50 ans, du fait notamment de l'intérêt croissant porté au quinoa par les marchés internationaux. Sachant que jusqu'alors, aucun mode de représentation classique n'a permis de mettre à jour cette dynamique et ses déterminants.

Le concept de chorème a été proposé dès 1980 par Brunet pour désigner des structures élémentaires de l'espace qui peuvent être décrites selon différentes modalités. Brunet (1986) a ainsi défini 28 structures de base, ou 28 chorèmes (voir en Annexe 5), représentées dans un tableau croisant quatre colonnes et sept lignes. Les colonnes individualisent les quatre éléments suivants : le point, la ligne, l'aire, le réseau. Les lignes individualisent les sept éléments suivants : maillage, quadrillage, attraction, contact, tropisme, dynamique territoriale, hiérarchie. Ce ne sont pas les chorèmes qui font le sens de la carte, mais les formes qu'ils contribuent à organiser (Brunet, 1986). Selon la définition de Grataloup (1996, p. 197), les chorèmes sont des « ... *dispositions spatiales*

élémentaires [qui] n'existent pas à l'état pur, mais se combinent pour donner les structures des espaces existants. On peut les représenter sous forme de modèles graphiques simples dont la combinaison permet de rendre compte de la complexité des espaces. »

D'après Roger Brunet (1997), la modélisation des espaces géographiques tente « ... *de décrire et de comprendre les configurations spatiales : la façon dont les sociétés créent, aménagent, organisent l'espace en agissant, avec ou sans conscience des intérêts de leur propre production* ». Il existe plusieurs méthodes dont il a fallu « ... *en formaliser et en expliciter le contenu...* », les unes étant mathématiques, les autres nécessitant peu ou pas de calcul. « *Toutes doivent avoir en fait une forte cohérence logique et une réelle pertinence sociale* ». Tout modèle, quel que soit son niveau, peut ainsi se subdiviser en chorèmes (Brunet, 1997, pp. 187–189). R. Brunet cherche des lois applicables à tout espace ; il dégage les structures de l'espace de la complexité apparente, à l'inverse de l'analyse systémique (Dollfus et Brunet, 1990). Il faut commencer par trier l'essentiel ; ensuite faire la carte de la structure spatiale, rechercher les principes de la localisation, puis passer des principes à la loi (Mousnier, 2015).

La modélisation chorématique est parfois critiquée pour son caractère trop schématique : la négligence des données naturelles, l'absence de localisation précise, l'assimilation des montagnes à des « barrières », l'absence d'orientation et d'échelle de grandeur. Les légendes sont souvent considérées comme incompréhensibles car en apparence beaucoup trop abstraites. Si un chorème est simple graphiquement, la superposition de plusieurs chorèmes peut rendre les informations difficiles à lire (Brocard, 1988). La chorématique a ses propres modes de représentation qui ne sont pas forcément cohérents avec ceux des autres. La dimension de modélisation n'est pas toujours comprise, même si ce procédé intellectuel ou graphique n'est pas forcément remis en cause (Sivignon, 1995).

Pour Brunet (1990), la chorématique répond mieux aux préoccupations sur la spatialisation des sociétés. Les situations de co-spatialité sont fréquentes, complexes, mieux perceptibles par une approche dynamique et quand les limites sont représentées, elles sont la matérialisation d'un équilibre. Le fonctionnement même d'un territoire est un système général reliant la population, les informations, les ressources, les richesses, les moyens de production (dont l'organisation de l'espace). L'espace de vie d'une

communauté, quelle qu'elle soit, est un espace expansif (par exemple les communautés villageoises et leur recherche des parcours d'usage), fortement différencié selon des inégalités socio-spatiales (Reynaud, 1981). Les trois facettes de la représentation, que sont l'entité territoriale, la matérialité physique, et l'organisation sociale (Berre, 1992), sont spécifiquement bien prises en charge par la représentation chorématique.

La modélisation chorématique s'est enrichie des chronochorèmes fondés par Théry (1986) dans son atlas chorématique. Les activités sociales, productrices d'espace, s'inscrivent dans une durée (une certaine permanence). La dynamique spatiale montre que les modifications obéissent au tropisme (action d'un agent extérieur), ou à la diffusion spatiale. Les dynamiques ont des rythmes dans le temps : la diffusion n'est pas linéaire, mais progressive avec sauts, arrêts, reprises, reculs (Mousnier, 2015).

4.6.2. Application de la modélisation chorématique aux agroécosystèmes andins de Puno pour caractériser les lieux de présence des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé

4.6.2.1. Première étape : la carte dessinée

Les connaissances botaniques locales sont liées à la perception de nombreux aspects de l'environnement naturel. L'information collectée dépend beaucoup des excursions sur le terrain avec des informateurs bien informés, qui nous ont aidés à voir l'environnement à travers leurs propres yeux.

Notre approche pour transmettre une synthèse des résultats obtenus par différents canaux a été de dessiner un paysage modèle (donc théorique), qu'on peut aussi qualifier de représentation générique et virtuelle, représentatif du paysage observé des six villages étudiés. Ce paysage dessiné est fondé sur la représentation paysagère conceptualisée par Pierre Morlon (1992) des systèmes agraires et des agroécosystèmes.

Ce dessin est en quelque sorte une interprétation personnelle qui combine différentes sources d'informations acquises et qui va placer dans l'espace les différents éléments appelés dans les futures cartes chorématiques. Pour construire cette représentation virtuelle, les caractéristiques des lieux sont issues des éléments structurants des cartes à dire d'acteurs, des données particulières contenues dans les entretiens ou révélées grâce

à ceux-ci — par exemple les entretiens qui ont raconté des histoires sur certains lieux et les activités qui se déroulaient dans ces lieux spécifiques ; de telles entrevues ont mené à de nouvelles visites sur place —, d'observations personnelles sur le terrain, et complétées par de l'information issue de la bibliographie.

Dans la représentation spatiale et temporelle de la configuration du paysage, nous avons également inclus des éléments qui prennent en compte la dimension culturelle dans ses valeurs immatérielles et ses expressions culturelles, s'inspirant ainsi de ce que le géographe Carl Sauer (1925, p. 46) a proposé comme définition de paysage culturel dans son ouvrage *« Morphology of Landscape »* : *« Le paysage culturel est façonné à partir du paysage naturel par un groupe culturel. La culture est l'agent, la nature est le moyen et le paysage culturel le résultat »*. Pour cette partie, nous considérons que le processus d'associer les usages des lieux par les villageois à leurs connaissances et à leurs pratiques de gestion des espèces de parents sauvages du quinoa montre la relation qui se développe entre les personnes, ces espaces et ces espèces végétales — l'usage étant ici défini comme *« les fonctions d'un lieu, ainsi que les activités et les pratiques qu'il peut accueillir »* (Mitchell et al., 2011, p. 18).

4.6.2.2. Seconde étape : de la carte dessinée au modèle chorématique, avec une rupture dans le temps, l'année 1970

La première étape de traitement de l'information consiste à schématiser les cartes faites dans la première étape de la thèse, afin de dégager la structure de l'agroécosystème : il s'agit de sélectionner les implantations les plus importantes, et de simplifier les contours de l'agroécosystème.

La seconde étape représente un saut épistémologique, puisqu'elle modélise l'agroécosystème, c'est-à-dire qu'elle déduit la forme de la distribution des éléments de l'agroécosystème de sa localisation dans le temps et dans l'espace. La forme géométrique qui représente chaque élément n'a plus une valeur de généralisation, au sens cartographique, de l'information, mais une valeur logique. Puis les figures adoptent un langage graphique commun et simplificateur. Aussi le modèle n'a ni échelle, ni orientation, ni datation, contrairement à la carte et au schéma.

À partir d'un modèle graphique portant sur le système des structures agraires en Amérique latine (avec étude des évolutions possibles), il est possible d'élaborer un

schéma de l'évolution de la distribution des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans la région de Puno.

Pour le travail chorématique, tout d'abord, nous avons identifié quelles sont les entités pertinentes, c'est-à-dire les éléments essentiels à retenir et quelles sont les principales relations concernées pour faciliter le dialogue sur l'évolution de la distribution des parents sauvages du quinoa cultivé à Puno.

Actuellement, les six villages étudiés sont à des moments différents par rapport au développement du secteur agricole et du quinoa, l'année 1970 ayant été charnière pour le développement de l'agriculture au Pérou (nous l'expliquons dans le paragraphe suivant). C'est pourquoi nous avons modélisé leurs dynamiques socio-spatiales en deux temps :

- une première la période « avant 1970 », pour laquelle le modèle représente une réalité commune pour tous les villages ;
- une seconde période contemporaine, pour « après 1970 », qui représente la réalité de trois villages les plus impliqués dans le marché du quinoa aujourd'hui (San Juan de Dios, Huataquita et Vizallani). Le modèle lié à cette période correspond alors à un scénario possible dans une futur proche pour les autres villages étudiés (Huancho, Urani et Yuraccachi) qui sont dans une phase initiale de production commerciale du quinoa.

L'année 1970 a été choisie comme année charnière dans notre analyse historique autour du développement du marché du quinoa sur les Andes. Cette date correspond au début d'une décennie qui concerne trois grandes étapes du développement de l'activité agricole au Pérou : la Loi de 1969 sur la Réforme agraire, la Loi de 1972 sur l'Education générale avec la création des écoles primaires dans les régions éloignées du pays, et la Loi de 1974 sur la reconnaissance des Communautés natives péruviennes (droits territoriaux). Pendant cette période, le Pérou était sous le mandat du gouvernement militaire de Juan Velasco Alvarado (1968-1975). Les principaux objectifs de ce gouvernement étaient les suivants : éliminer les causes structurelles des conflits sociaux, redéfinir le système de redistribution des richesses, moderniser l'économie et connecter le pays à travers l'amélioration et la construction de routes, principalement dans les zones frontalières du pays. Ces réformes ont donné naissance à une bourgeoisie libérale industrielle et agro-exportatrice. Avec la Réforme agraire, la plupart des grands domaines (*haciendas*) confisqués aux anciens propriétaires ont été transformés en coopératives. Ces

associations ont été composées par des anciens travailleurs des *haciendas*, au lieu de restituer les terres aux communautés paysannes qui avaient été déplacées vers les terres plus pauvres. Certaines coopératives ont été en mesure d'accroître la production et de regrouper les revenus avec plus de succès que les propriétaires fonciers précédents. Mais d'autres n'ont pas pu aboutir à ce résultat, et à la fin des années 1970 plusieurs coopératives ont été dissoutes. Cette dissolution a divisé les coopératives en exploitations individuelles. De ce fait, deux modalités de production ont cohabité dès 1970 : de grandes extensions productives appartenant aux coopératives restantes, et des nouvelles fermes à taille familiale.

Pour la modélisation chorématique avant et après 1970, la prise en compte de temporalité, avec des changements possibles au cours du temps, dans les entretiens avec les 150 personnes nous a été utile. Nous avons en effet posé plusieurs questions sur les souvenirs qu'avaient ces personnes de la présence perçue des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé — voir Annexe 4, questions 8 et 9 de la section Annexe 4.2.

5. RESULTATS

5.1. Cartographie participative : les cartes à dire d'acteurs

La cartographie participative correspond à un long processus d'accompagnement de la population afin qu'elle exprime ses connaissances et partage ses représentations sur son espace vécu. Le chemin parcouru ensemble lors des ateliers et la maturation de part et d'autre entre les ateliers sont tout aussi importants dans l'acquisition et le partage des connaissances que le résultat final avec les cartes à dire d'acteurs validées collectivement et qui permettent de poursuivre le dialogue sur des aspects liés à la gestion de ces ressources naturelles que sont les espèces de parents sauvages du quinoa cultivé.

Toutes les cartes par village, par espèce et par facteur d'influence (altitude, distance à l'eau, distance aux parcelles de quinoa et d'autres cultures) sont données en Annexe 6.

5.1.1. *Eléments descriptifs des villages*

La surface de chaque territoire villageois obtenue à l'issue de la cartographie participative est donnée dans le Tableau 12.

Tableau 12. Surface de chaque territoire villageois étudié. Cette surface a été mesurée avec le périmètre des matrices à mailles carrées.

Village	Surface (ha)
Urani	1 056
Huancho	214
San Juan de Dios	279
Vizallani	783
Huataquita	360
Yuraccachi	299

Les villages d'Urani, Huancho et Yuraccachi ont des cours d'eau intermittents présents seulement pendant la saison des pluies, de décembre à avril. Les villageois y prélèvent l'eau nécessaire pour leurs activités ménagères, également grâce à la présence des sources d'eau souterraines en dehors de cette saison. Les accès à ces villages correspondent aux chemins de terre utilisés par la population locale à pied et, dans une moindre mesure, en

motocyclette. Par contre, les villages de San Juan de Dios, Vizallani et Huataquita sont localisées à proximité de sources d'eau superficielle (rivières ou lacs) et à côté des routes (routes 34B, 121 et 122 respectivement) qui les connectent à Puno et ainsi à d'autres départements du Pérou. Huataquita est le seul village avec un système de canalisation de l'eau, mais qui, à cause de la faible pluviométrie des dernières années, n'amène plus d'eau au village. Vizallani possède un marais qui représente une source d'eau pour les cultures fourragères. Des six villages, trois (Urani, Huancho et San Juan de Dios) offrent les conditions nécessaires pour la plantation d'arbres, notamment les eucalyptus et les *kollis*, plantés à des fins de protection antiérosive des flancs de montagnes mais aussi pour la production de bois, générant alors des revenus complémentaires pour les familles.

Comme nous l'avons vu en Partie 2, le système de production agricole est fondé sur la gestion de cultures diversifiées pour limiter les risques et assurer la sécurité alimentaire tout au long de l'année. Dans les villages étudiés, la pomme de terre est la culture la plus importante pour la consommation humaine, et l'orge (*Hordeum vulgare*), utilisée pour le fourrage, est la culture occupant la plus grande superficie ensemencée.

Dans la *chacra* (portion de terre cultivée), les agriculteurs pratiquent la culture de *C. quinoa* Willd. combinée avec le lupin (*Lupinus mutabilis*), des fèves (*Vicia fava*), des pommes de terre (*Solanum tuberosum*) et du maïs andin (*Zea mays* L.) (Figure 23). Les caractéristiques distinctes de leur développement réduisent le risque de perte totale de récolte de la *chacra*.



Figure 23. Chacra de *C. quinoa* Willd. à Puno (photo prise pendant le stage de Master 2 en février 2014 à Camacani, Puno). De gauche à droite : le lupin (*tarwi*), le quinoa et le maïs andin.

5.1.2. Les différents types de quinoa cultivé

Pour les villageois, les différentes variétés de chaque culture présentent des résistances différentes, ce qui justifie leur choix de diversifier pour prévenir les risques. Huit types de quinoa sont cultivés : le Tableau 13 en donne l'inventaire, basé sur la classification de Canahua (2012) et sur les informations fournies par les personnes interviewées dans chaque village. La proportion des types semés par saison dépend des caractéristiques de chaque parcelle, c'est-à-dire le type de sol, l'exposition au soleil et l'emplacement.

Pour l'ensemble des six villages étudiés, la richesse moyenne est de cinq types cultivés, sachant que Huataquita est le seul à cultiver les huit, ce qui s'explique sans doute parce qu'il est aussi le seul à avoir participé à un projet de conservation de la biodiversité agricole (Proyecto PAS, Bioversity International).

Tableau 13. Les huit types de quinoa cultivé (*C. quinoa* Willd.) dans les six villages étudiés : répartition des types selon le village, en % des personnes interviewées dans chaque village. Les villages sont classés de gauche à droite du plus au nord au plus au sud du lac Titicaca (saison 2015-2016).

Type de quinoa	Urani (nord du lac)	Huancho (nord du lac)	San Juan de Dios (nord du lac)	Vizallani (centre)	Huataquita (centre)	Yuraccachi (sud du lac)
(% des personnes interviewées par village)						
Blancas	78	63	75	55	41	61
Chullpi	0	0	10	3	10	0
Amarilla	7	10	5	8	4	11
Misa quinoa	11	0	5	0	8	0
Witulla	0	0	0	0	3	18
Q'oitu	4	10	5	13	8	11
Pasancalla	0	17	0	23	24	0
Guinda	0	0	0	0	1	0
Total (%)	100	100	100	100	100	100
Total (types)	4	4	5	5	8	4

Dans les six villages, le type de quinoa le plus cultivé est le Blancas, et plus spécifiquement les variétés Salcedo INIA et Kancolla. La variété Salcedo INIA est une des variétés de quinoa les plus demandées par les producteurs de quinoa commercial au Pérou, et elle a été implantée dans la région de Puno à partir de la campagne agricole 2014-2015. Les types Amarilla et Q'oitu sont également semés dans tous les villages, mais dans une moindre proportion.

5.1.3. Les espèces de parents sauvages perçues comme présentes, village par village

Avec l'aide des photos-questionnaires (Annexe 2) des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé présentes dans la région, les villageois ont identifié quelles espèces poussent dans leur village. Ils ont également identifié les lieux où ils les ont perçues (voir aussi Annexe 6).

5.1.3.1. Urani (*aymara*, nord et proche du lac)

A Urani (nord du lac), seulement cinq des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé ont été perçues (Figure 24) : *C. ambrosioides* L., *C. incisum* Poirét, *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad. et *C. petiolare* Kunth. La majorité des cellules (pour mémoire, chaque cellule couvre la surface de 50 m x 50 m de la grille à maille carrée appliquée à la superficie totale couverte par la carte à dire d'acteurs) ayant une présence perçue d'espèces de parents sauvages ont une richesse de trois espèces (50 % du total des cellules de présence perçue d'espèces) (Figure 25 ; Figure 26). Il s'agit de *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad. et *C. petiolare* Kunth. L'espèce qui pousse en dehors de groupe est *C. incisum* Poirét (Figure 27).

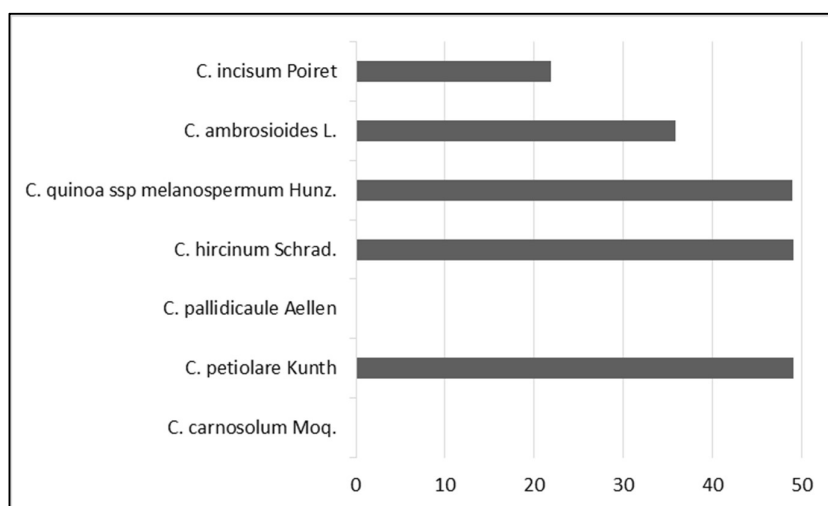


Figure 24. Présence perçue de cinq espèces de parents sauvages du quinoa cultivé à Urani (en % du total des cellules de 50 m x 50 m de la grille à maille carrée couvrant le territoire du village).

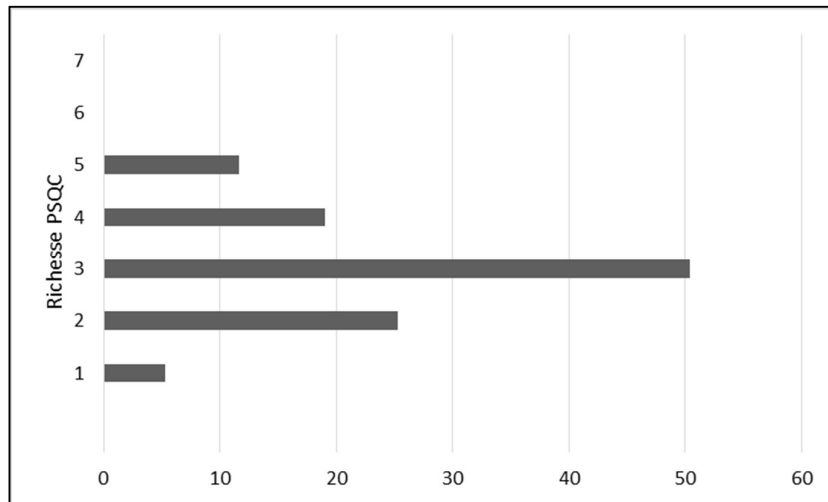


Figure 25. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) à Urani (% du total des cellules de présence perçue d'espèces) : cette richesse va de 1 à 5 espèces perçues.

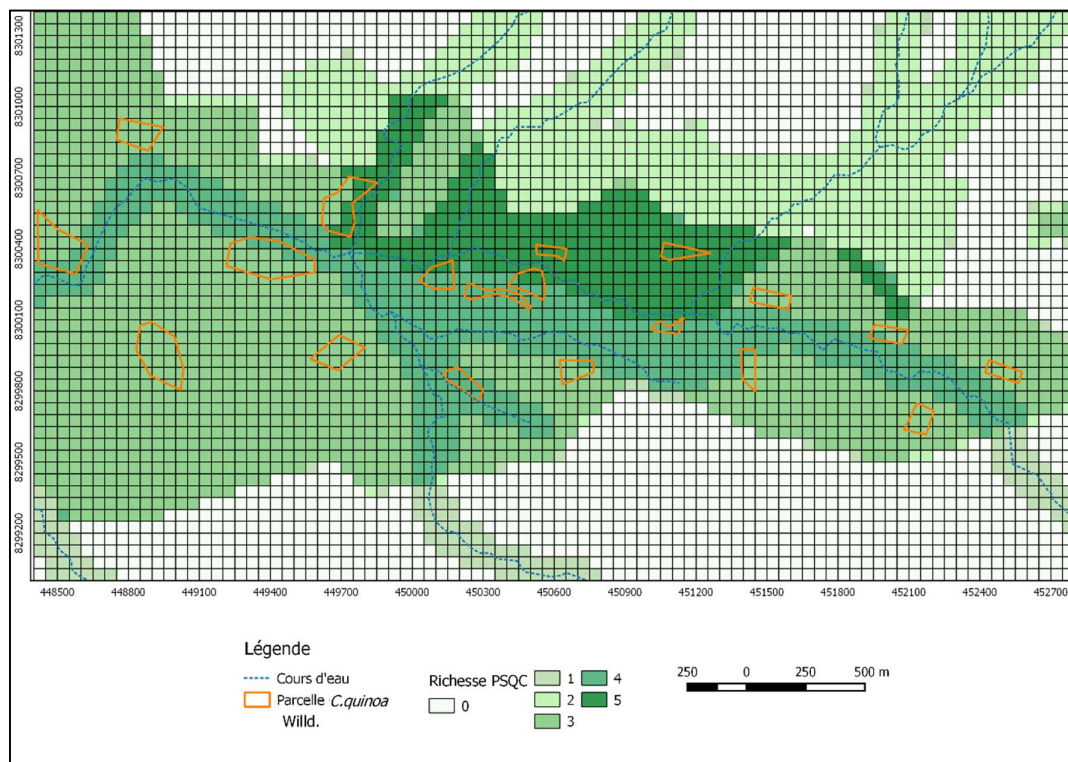


Figure 26. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) par cellule à Urani : cette richesse va de 0 à 5 espèces perçues.

L'espèce *C. incisum* Poirét pousse surtout dans des espaces non cultivés (82 %) et au nord du village (Figure 27). *C. ambrosioides* L. pousse surtout dans des espaces non cultivés (67 %) et dans tout le village. *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad. et *C. petiolare* Kunth ont 13 % de présence perçue à l'intérieur de la parcelle cultivée avec *C. quinoa* Willd. et 59 % de présence perçue à l'intérieur de parcelles d'autres cultures (Figure 27).

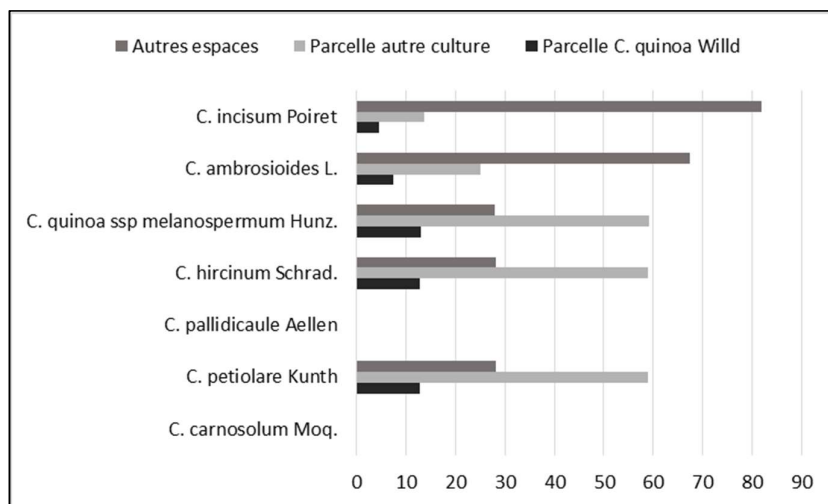


Figure 27. Présence perçue (en % du total de cellules de présence perçue par espèce) à Urani des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les parcelles de *C. quinoa* Willd., dans les parcelles d'autres cultures et dans d'autres espaces.

5.1.3.2. Huancho (*aymara*, nord et proche du lac)

A Huancho (nord du lac), six espèces de parents sauvages du quinoa cultivé sont perçues présentes : *C. incisum* Poirét, *C. ambrosioides* L., *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen et *C. petiolare* Kunth. Les espèces *C. incisum* Poirét et *C. ambrosioides* L. sont chacune perçues sur 75 % de cellules du village. Ces deux espèces sont perçues sur la surface la plus grande en comparaison des autres espèces de parents sauvages du quinoa cultivé. Par contre, *C. pallidicaule* Aellen est l'espèce perçue sur la surface la plus faible (7 % des cellules du village) (Figure 28).

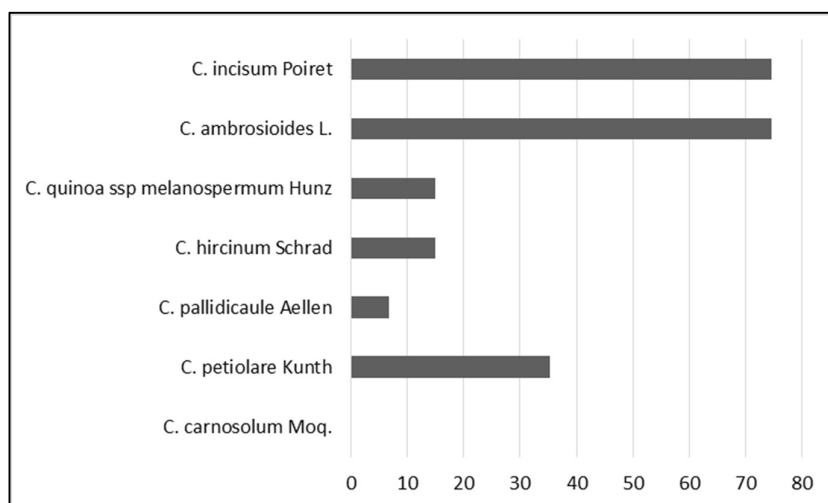


Figure 28. Présence perçue (en % du total des cellules du village) de six espèces de parents sauvages du quinoa cultivé à Huancho.

A Huancho, 44 % du total des cellules de présence perçue d'espèces ont une richesse de trois espèces, principalement *C. incisum* Poiret, *C. ambrosioides* L. et *C. petiolare* Kunth (Figure 29 ; Figure 30). Ensuite, 33 % ont deux espèces : *C. incisum* Poiret et *C. ambrosioides* L. sont perçues ensemble sur le territoire villageois et représentent la même surface à Huancho.

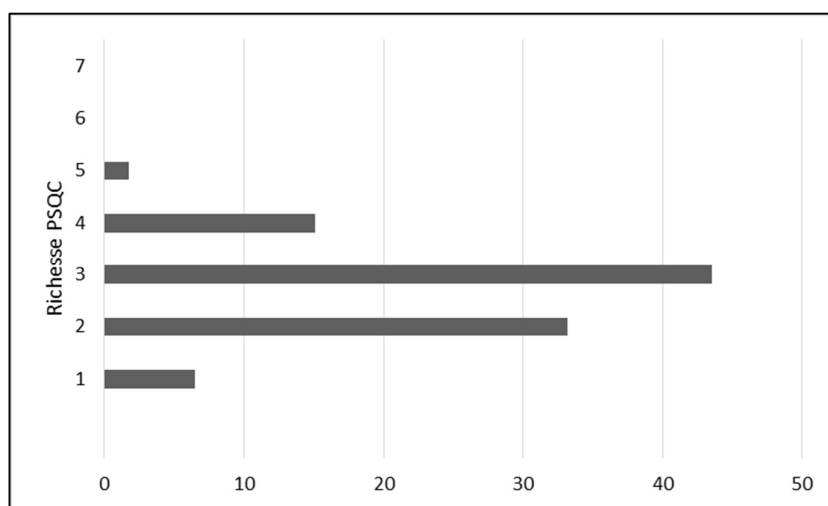


Figure 29. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) (en % du total des cellules de présence perçue d'espèces) à Huancho : cette richesse va de 1 à 5 espèces perçues.

La plus grande richesse des espèces de parents sauvages se trouve au sud-est du village et diminue vers le nord-ouest (Figure 30). La principale différence est due à *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad. et *C. pallidicaule* Aellen, puisque ces espèces poussent seulement vers l'est du village.

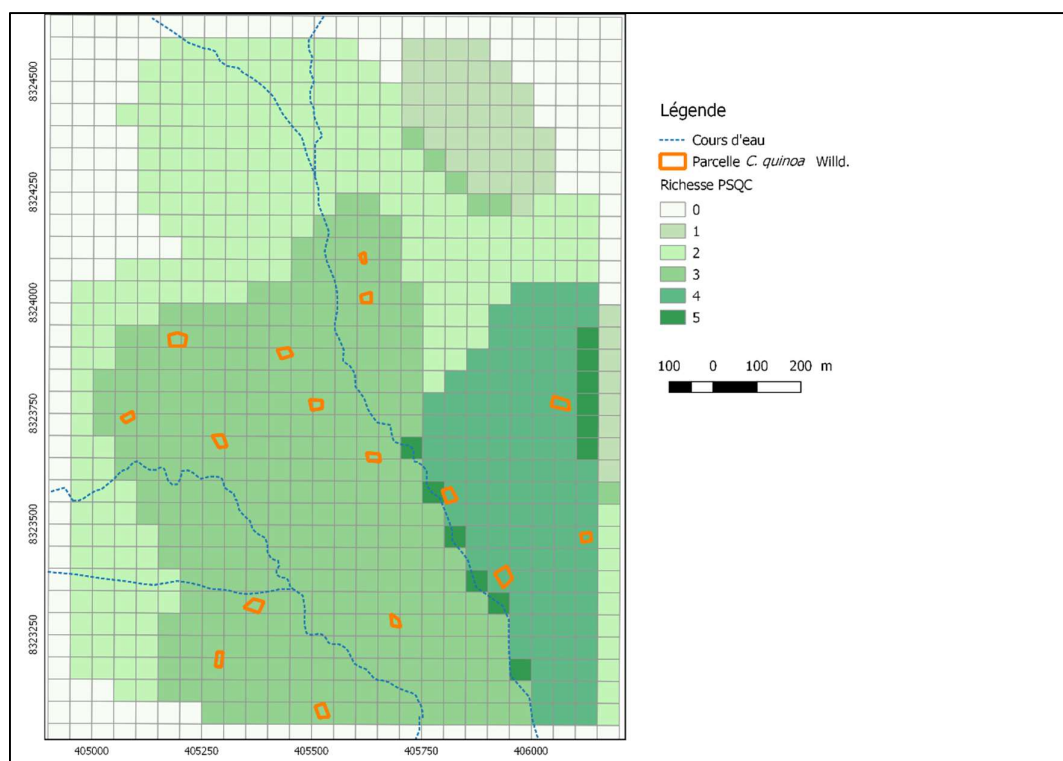


Figure 30: Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) par cellule à Huancho : cette richesse va de 0 à 5 espèces perçues.

L'espèce *C. pallidicaule* Aellen est la seule perçue uniquement dans des espaces non cultivés (100 % des cellules de présence de l'espèce) (Figure 31). *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad. et *C. petiolare* Kunth sont perçues dans une proportion similaire à l'intérieur des parcelles de *C. quinoa* Willd. (6 % - 6 % - 9 % des cellules de présence des trois espèces respectivement), à l'intérieur des parcelles d'autres cultures (29 % des cellules de présence pour les trois espèces) et dans les autres espaces (65 % - 65 % - 62 % des cellules de présence des trois espèces respectivement).

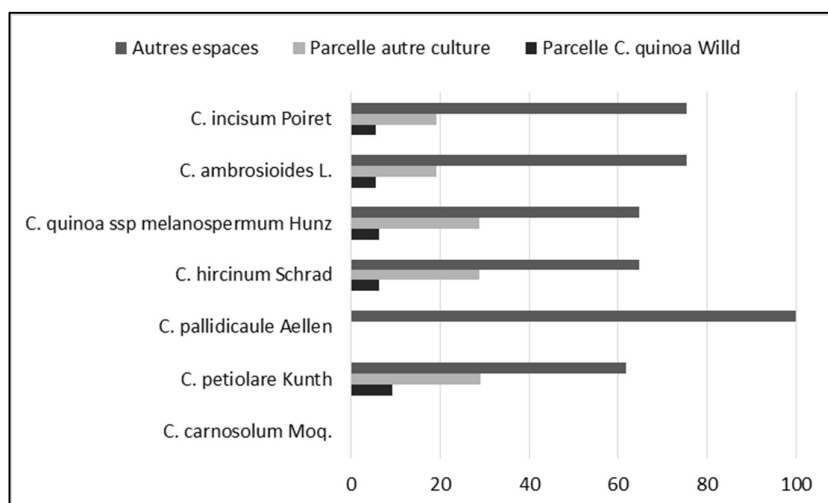


Figure 31. Présence perçue (en % du total de cellules de présence perçue par espèce) à Huancho des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les parcelles de *C. quinoa* Willd., dans les parcelles d'autres cultures et d'autres espaces.

5.1.3.3. San Juan de Dios (*quechua*, nord et loin du lac)

A San Juan de Dios (nord du lac) six espèces de parents sauvages sont perçues présentes : *C. incisum* Poiret, *C. ambrosioides* L., *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen, *C. petiolare* Kunth et *C. carnosolum* Moq. L'espèce *C. pallidicaule* Aellen a la plus large distribution du village (52 % des cellules du village) suivi de *C. hircinum* Schrad. et *C. petiolare* Kunth (42 % des cellules du village) (Figure 32).

Comme les villages précédents, à San Juan de Dios, la majorité des cellules ayant une présence perçue d'espèces de parents sauvages ont une richesse de trois espèces (53 % du total des cellules de présence perçue d'espèces), principalement *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen et *C. petiolare* Kunth (Figure 33).

La plus grande richesse de parents sauvages se trouve à l'ouest du village et diminue vers le sud-est (Figure 34). La principale différence est due à *C. ambrosioides* L. et *C. incisum* Poiret, puisque ces espèces sont perçues seulement vers le nord-ouest du village.

C. hircinum Schrad., *C. petiolare* Kunth et *C. carnosolum* Moq. sont perçues principalement dans des espaces cultivés (57 % - 57 % - 56 % des cellules de présence de chaque espèce). A l'intérieur des parcelles cultivées avec *C. quinoa* Willd., la présence

de ces espèces est de 14 % - 14 % - 15 % respectivement (% des cellules de présence de chaque espèce). La présence de ces espèces dans des parcelles d'autres cultures est de 43 % - 43 % - 41 % respectivement. L'espèce *C. pallidicaule* Aellen a une présence proche entre l'espace cultivé (46 %) et les autres espaces (53 %). Par contre, les espèces *C. ambrosioides* L. et *C. incisum* Poiret ont une présence perçue surtout en dehors l'espace cultivé (91 % des cellules de présence de chaque espèce) (Figure 35).

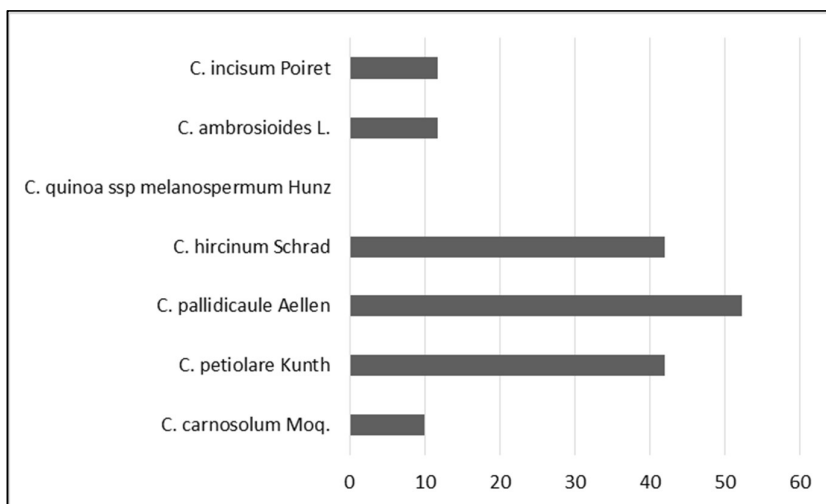


Figure 32. Présence perçue (en % du total des cellules du village) de six espèces de parents sauvages du quinoa cultivé à San Juan de Dios.

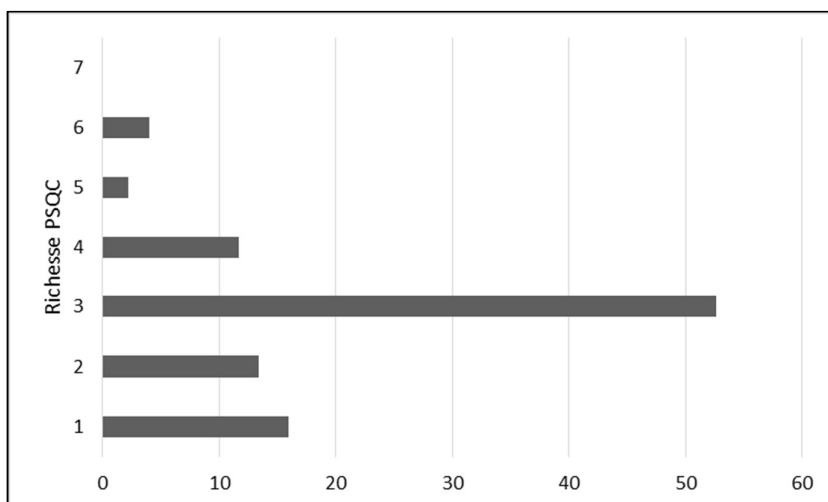


Figure 33. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) (en % du total des cellules de présence perçue d'espèces) à San Juan de Dios : cette richesse va de 1 à 6 espèces perçues.

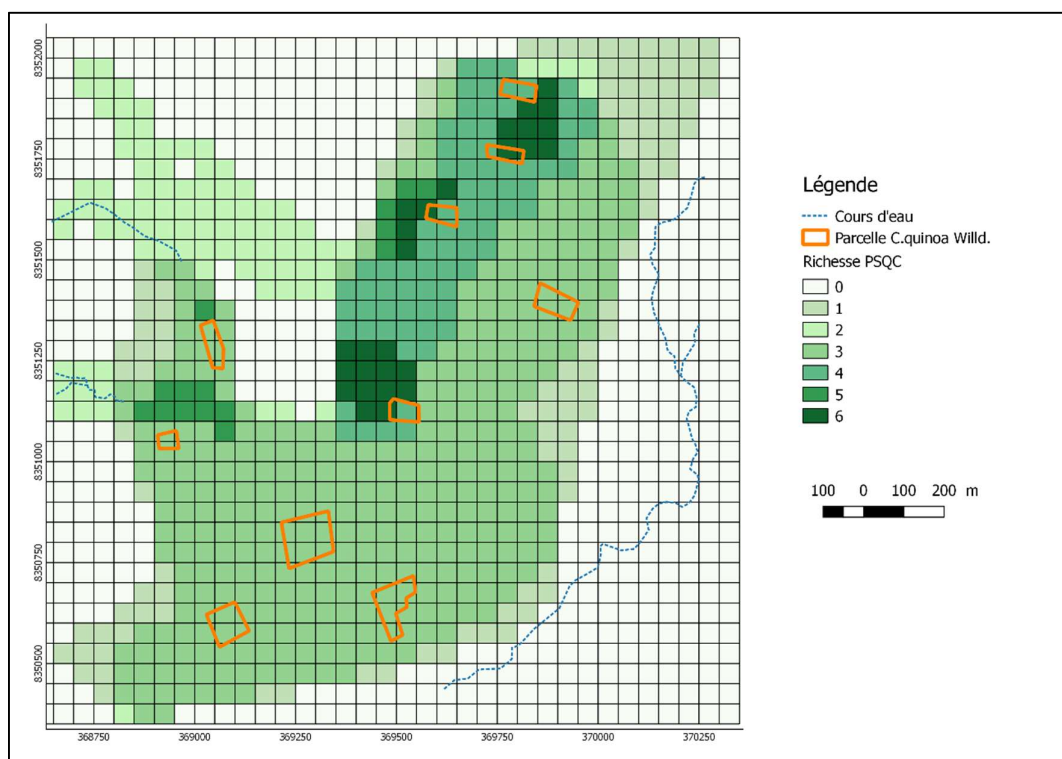


Figure 34. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) par cellule à San Juan de Dios : cette richesse va de 0 à 6 espèces perçues.

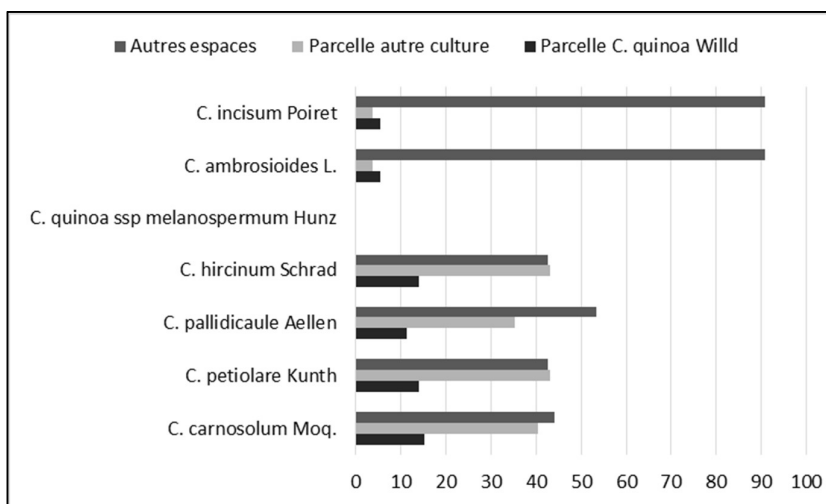


Figure 35. Présence perçue (en % du total de cellules de présence perçue par espèce) à San Juan de Dios des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les parcelles de *C. quinoa* Willd., d'autres cultures et d'autres espaces.

5.1.3.4. Vizallani (*quechua*, centre et proche du lac)

A Vizallani (centre du lac), six espèces de parents sauvages sont perçues présentes (Figure 36) : *C. incisum* Poiret, *C. ambrosioides* L., *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen et *C. petiolare* Kunth. L'espèce *C. pallidicaule* Aellen a la distribution la plus large du village (100 % des cellules du village) suivi de *C. hircinum* Schrad. (61 % des cellules du village) et *C. petiolare* Kunth (45 % des cellules du village).

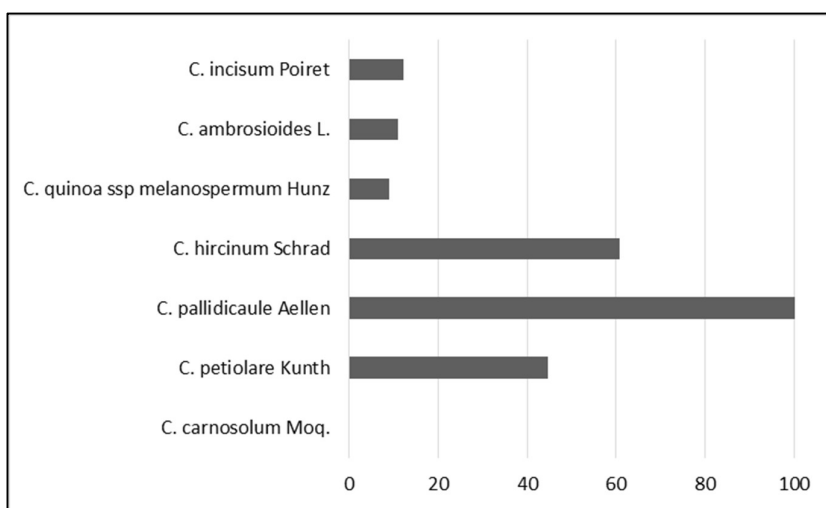


Figure 36. Présence perçue (en % du total des cellules du village) de six espèces de parents sauvages du quinoa cultivé à Vizallani.

Comme pour les villages précédents, à Vizallani, la majorité des cellules ayant une présence perçue d'espèces de parents sauvages ont une richesse de trois espèces (44 % du total des cellules de présence perçue d'espèces) (Figure 37 ; Figure 38), principalement par *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen et *C. petiolare* Kunth.

L'espèce *C. incisum* Poiret est perçue seulement au nord du village. En revanche, *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. et *C. ambrosioides* L. sont perçues seulement au sud du village. *C. hircinum* Schrad. est perçue dans et autour de toutes les parcelles de *C. quinoa* Willd.

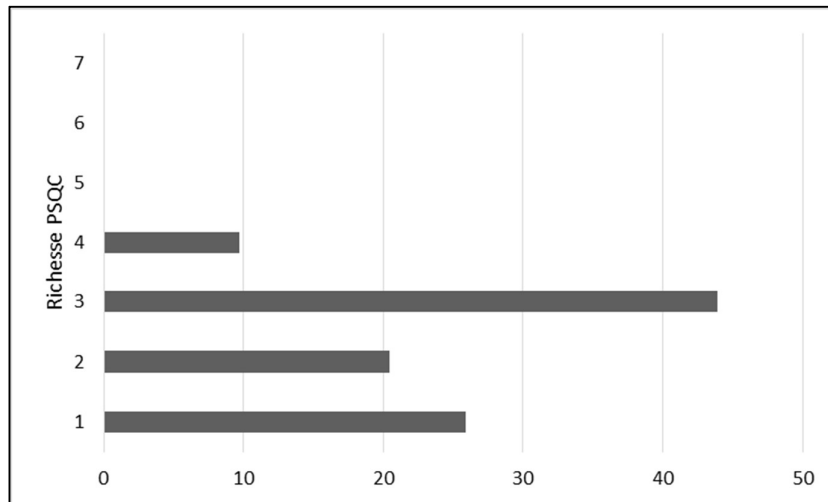


Figure 37. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) (en % du total des cellules de présence perçue d'espèces) à Vizallani : cette richesse va de 1 à 4 espèces perçues.

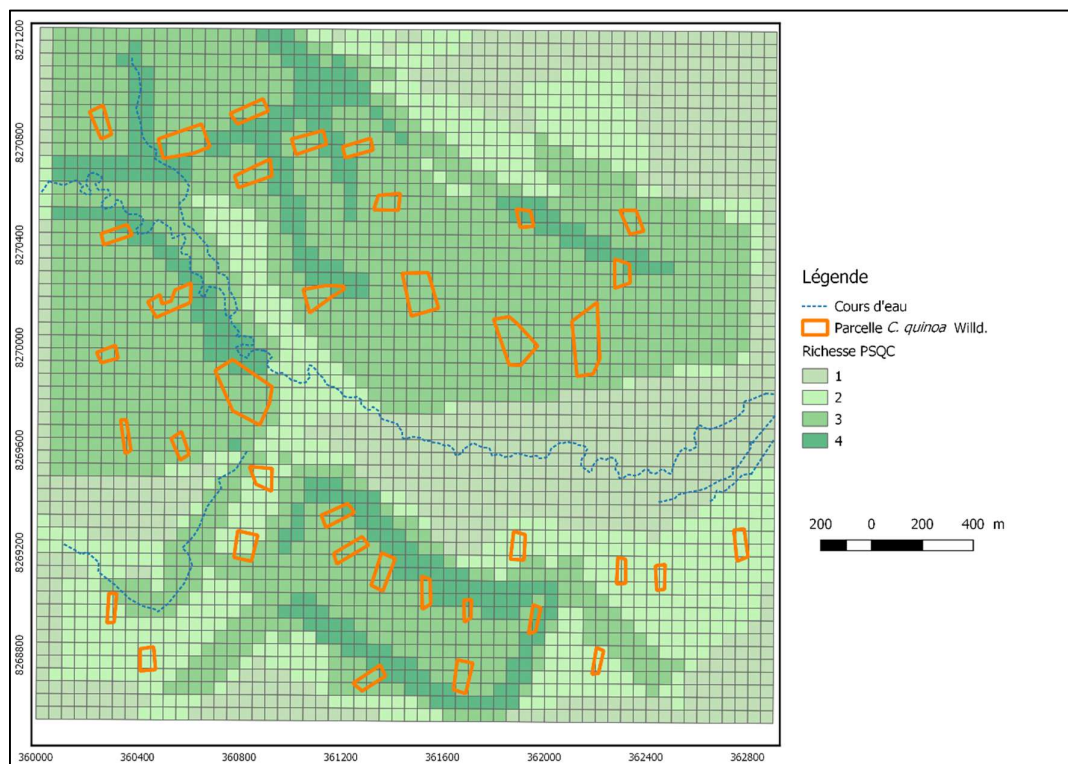


Figure 38. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) par cellule à Vizallani : cette richesse va de 1 à 4 espèces perçues.

Toutes les espèces de parents sauvages de quinoa cultivé sont perçues présentes principalement hors l'espace cultivé (50 % du total de cellules de présence perçue par espèce) (Figure 39). *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. (20 %) et *C. hircinum* Schrad. (17 %) sont celles dont le pourcentage de présence perçue à l'intérieur des parcelles cultivées avec *C. quinoa* Willd. est le plus élevé.

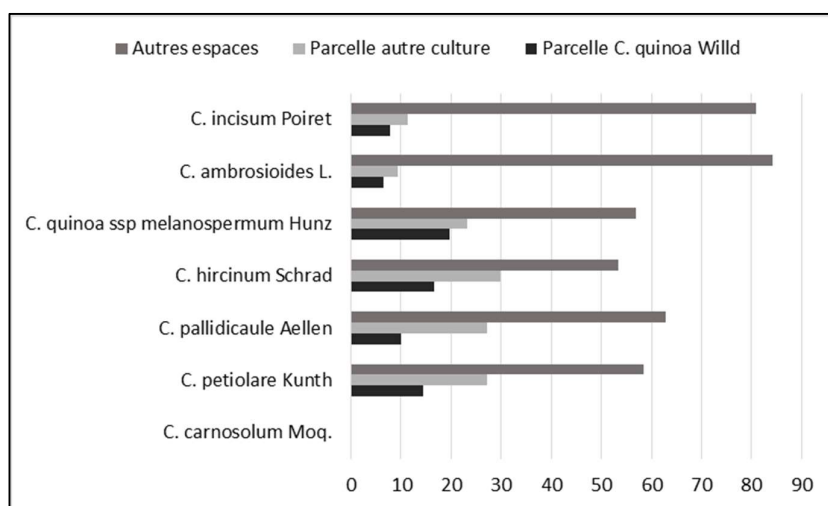


Figure 39. Présence perçue (en % du total de cellules de présence perçue par espèce) à Vizallani des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les parcelles de *C. quinoa* Willd., d'autres cultures et d'autres espaces. Figure 38.

5.1.3.5. Huataquita (*quechua*, loin et centre du lac)

A Huataquita (centre du lac) cinq espèces de parents sauvages du quinoa cultivé sont perçues présentes (Figure 40) : *C. ambrosioides* L., *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen et *C. petiolare* Kunth. A l'exception de *C. ambrosioides* L., toutes les autres sont perçues sur la même surface du village.

A Huataquita la majorité des cellules ayant une présence perçue d'espèces de parents sauvages ont une richesse de quatre espèces (53 % du total des cellules de présence perçue d'espèces) (Figure 41 ; Figure 42) : *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen et *C. petiolare* Kunth.

A Huataquita, la majorité des cellules ayant une haute richesse sont associées à l'espace cultivé avec *C. quinoa* Willd., d'autres cultures et ses alentours (Figure 42).

Seule *C. ambrosioides* L. est perçue dans les autres espaces (Figure 43), elle est d'ailleurs quasi absente à l'intérieur des parcelles cultivées (2 % du total de cellules de présence perçue par l'espèce). Par ailleurs, les espèces *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen et *C. petiolare* Kunth sont présentes dans l'ensemble des cellules composant les parcelles de *C. quinoa* Willd.

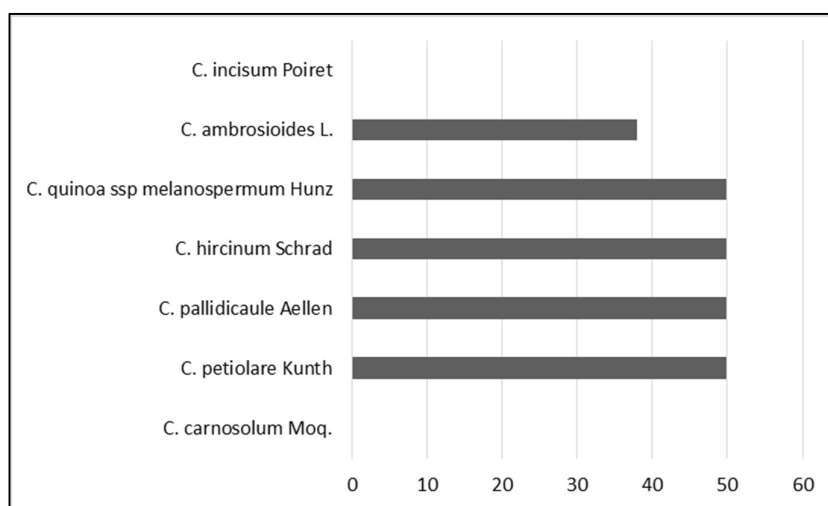


Figure 40. Présence perçue (en % du total des cellules du village) de cinq espèces de parents sauvages du quinoa cultivé à Huataquita.

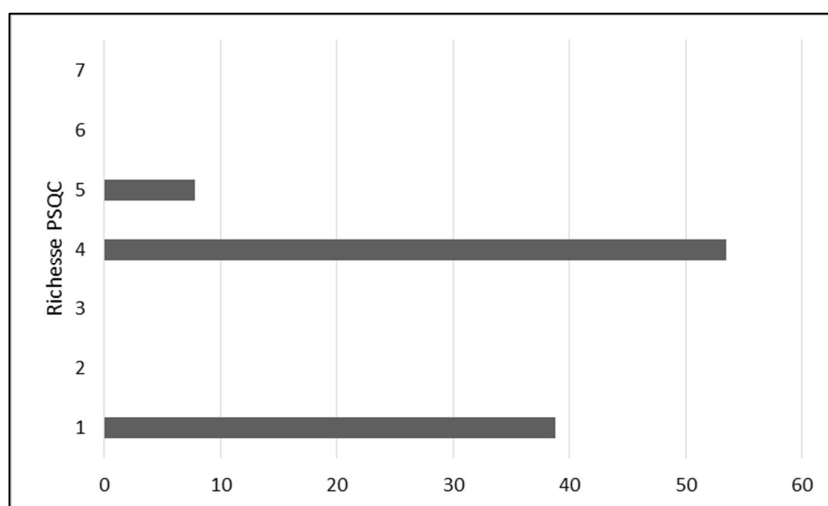


Figure 41. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) (en % du total des cellules de présence perçue d'espèces) à Huataquita : cette richesse va de 1 à 5 espèces perçues.

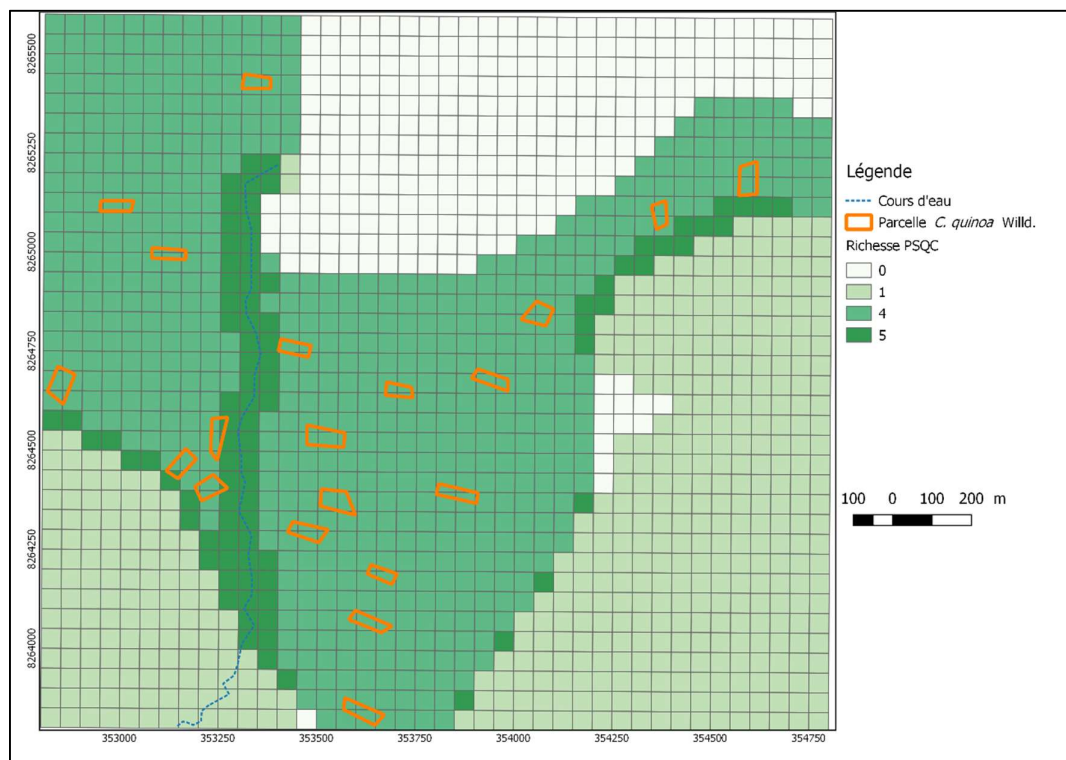


Figure 42. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) par cellule à Huataqita : cette richesse va de 0 à 5 espèces perçues.

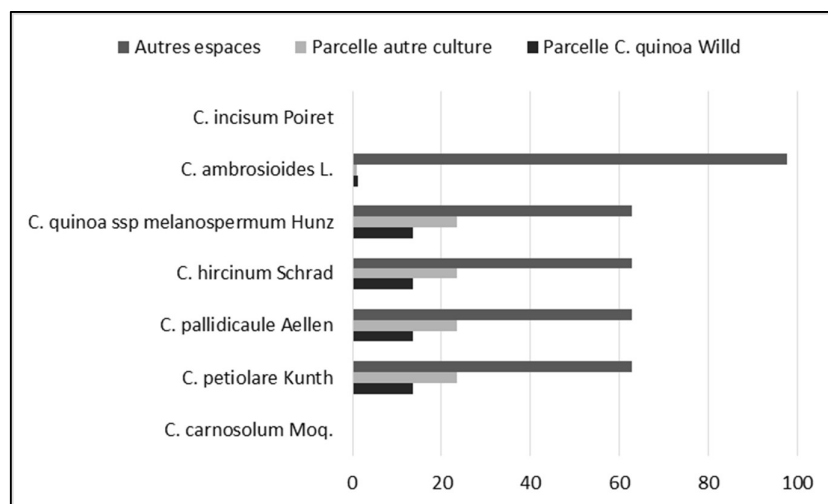


Figure 43. Présence perçue (en % du total de cellules de présence perçue par espèce) à Huataqita des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les parcelles de *C. quinoa* Willd., d'autres cultures et d'autres espaces.

5.1.3.6. Yuraccachi (*aymara*, proche et sud du lac)

Yuraccachi (sud du lac) est le seul village où les sept espèces de parents sauvages sont perçues (Figure 44). L'espèce *C. carnosolum* Moq. est perçue sur la surface la plus réduite du territoire villageois alors que *C. pallidicaule* Aellen est perçue sur la surface la plus étendue.

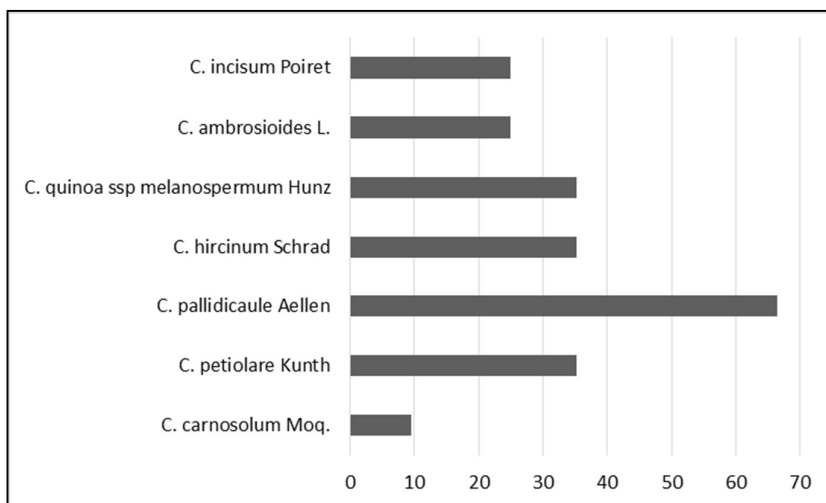


Figure 44. Présence perçue (en % du total des cellules du village) des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé à Yuraccachi.

Ainsi que le village précédent (Huataquita), à Yuraccachi, la majorité des cellules ayant une présence perçue d'espèces de parents sauvages ont une richesse de quatre espèces (44 % du total des cellules de présence perçue d'espèces) (Figure 45). Ce groupe correspond à *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad., *C. pallidicaule* Aellen et *C. petiolare* Kunth.

A Yuraccachi, la majorité des cellules ayant une haute richesse sont associées à l'espace cultivé avec *C. quinoa* Willd., d'autres cultures, et ses alentours (Figure 46 ; Figure 47). Deux groupes se distinguent : le groupe d'espèces associées sur l'espace cultivé correspond à *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad. et *C. petiolare* Kunth, alors que *C. ambrosioides* L. et *C. incisum* Poiret sont perçues au-delà de l'espace cultivé et sur la même surface du territoire villageois.

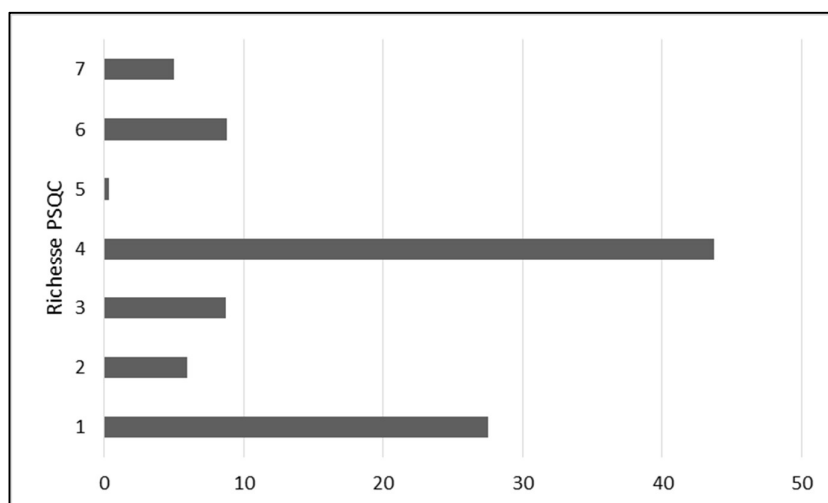


Figure 45. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) (en % du total des cellules de présence perçue d'espèces) à Yuraccachi : cette richesse va de 1 à 7 espèces perçues.

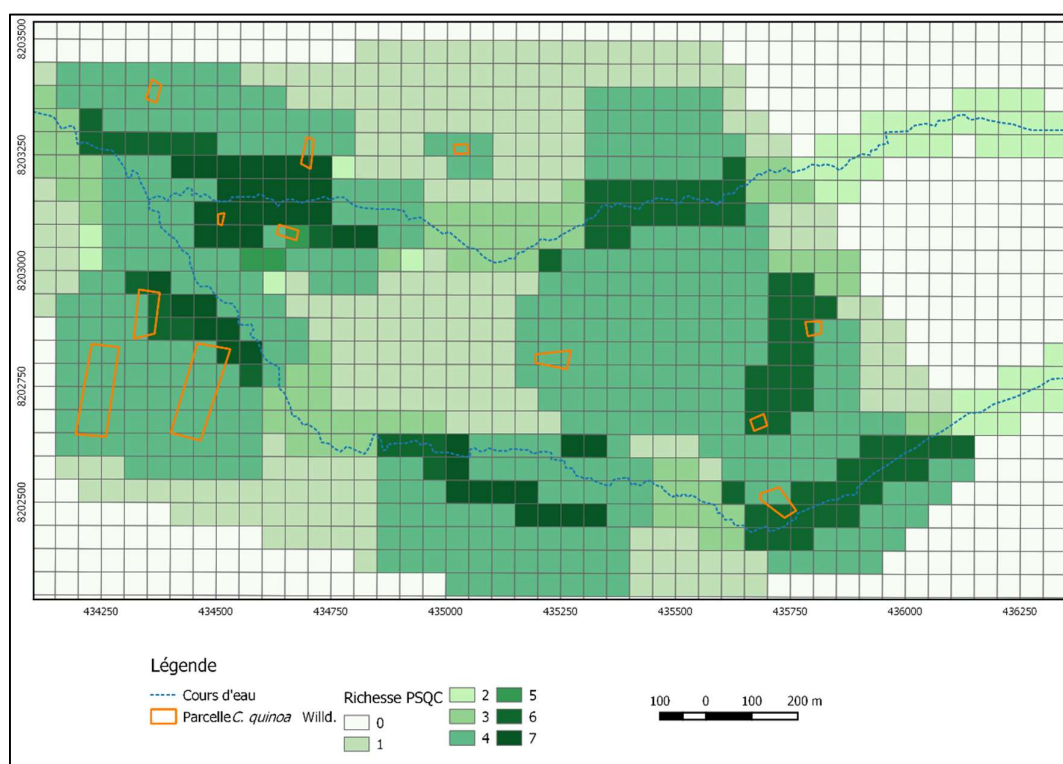


Figure 46. Richesse des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (PSQC) par cellule à Yuraccachi : cette richesse va de 0 à 7 espèces perçues.

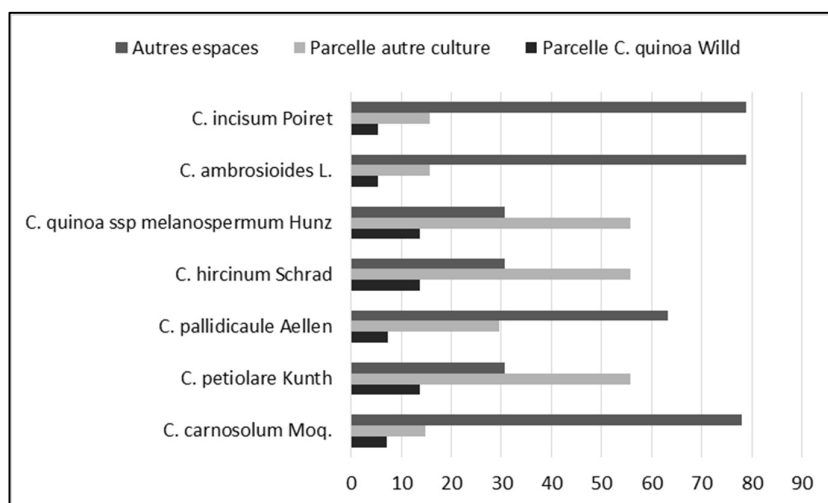


Figure 47. Présence perçue (en % du total de cellules de présence perçue par espèce) à Yuraccachi des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les parcelles de *C. quinoa* Willd., d'autres cultures et d'autres espaces.

5.1.4. Les espèces de parents sauvages perçues, synthèse tous villages

La richesse moyenne des villages en espèces de parents sauvages est de 5,8 espèces (Tableau 14). Pour les villages d'Urani, Huancho et San Juan de Dios, les trois étant au nord du lac Titicaca, et Vizallani, au centre par rapport au lac, la majorité des cellules ayant une présence perçue d'espèces de parents sauvages ont une richesse de trois espèces (Tableau 15). La plupart des agroécosystèmes que l'on trouve à Huataquita, au centre par rapport au lac, et à Yuraccachi au sud du lac, ont une richesse par cellule de quatre espèces. Yuraccachi est aussi le seul qui présente une richesse par cellule supérieure à cinq espèces.

Urani (au nord) est le village le moins riche en espèces, avec la présence perçue de quatre espèces. En revanche, Yuraccachi (au sud) est le village ayant la plus grande richesse, avec les sept espèces perçues. *C. petiolare* Kunth, *C. hircinum* Schrad. et *C. ambrosioides* L. ont été perçues par tous les villages. A contrario, l'espèce la moins perçue a été *C. carnosolum* Moq., n'ayant été perçue comme présente que dans deux villages.

Tableau 14. Présence perçue des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé par les personnes interviewées dans chaque village. Code : 0 pour absence, 1 pour présence.

Espèce	Urani (nord, proche du lac)	Huancho (nord, proche)	San Juan de Dios (nord, loin)	Vizallani (centre, proche)	Huataquita (centre, loin)	Yuraccachi (sud, proche)
<i>C. carnosolum</i> Moq.	0	0	1	0	0	1
<i>C. petiolare</i> Kunth	1	1	1	1	1	1
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	0	1	1	1	1	1
<i>C. hircinum</i> Schrad.	1	1	1	1	1	1
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	1	1	0	1	1	1
<i>C. ambrosioides</i> L.	1	1	1	1	1	1
<i>C. incisum</i> Poirét	1	1	1	1	0	1
Nombre total d'espèces perçues	5	6	6	6	5	7

Tableau 15. Richesse, en nombre d'espèces de parents sauvages du quinoa cultivé perçues dans chaque village, répartie en % de cellules à présence d'espèce.

Richesse (nombre d'espèces perçues)	Urani	Huancho	San Juan de Dios	Vizallani	Huataquita	Yuraccachi
	(en % du total des cellules de présence perçue d'espèces)					
1	5	7	16	25	39	27
2	25	33	13	21	0	6
3	50	43	53	44	0	9
4	19	15	12	10	53	44
5	12	2	2	0	8	0
6	0	0	4	0	0	9
7	0	0	0	0	0	5
Total (%)	100	100	100	100	100	100

La Figure 48 montre le pourcentage de présence des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les parcelles de *C. quinoa* Willd., les parcelles d'autres cultures et dans les autres espaces non cultivés. Pour chaque type d'espace, ce pourcentage est mesuré par le rapport entre le nombre de cellules de présence d'une espèce donnée et le nombre total de cellules occupées par cet espace. L'information obtenue montre que l'espèce *C. hircinum* Schrad. a une présence perçue dans presque la totalité des cellules des parcelles cultivées avec *C. quinoa* Willd (97 %). Les espèces *C. petiolare* Kunth (85 %) et *C. pallidicaule* Aellen (65 %) ont également une importante présence à l'intérieur des parcelles cultivées en quinoa.

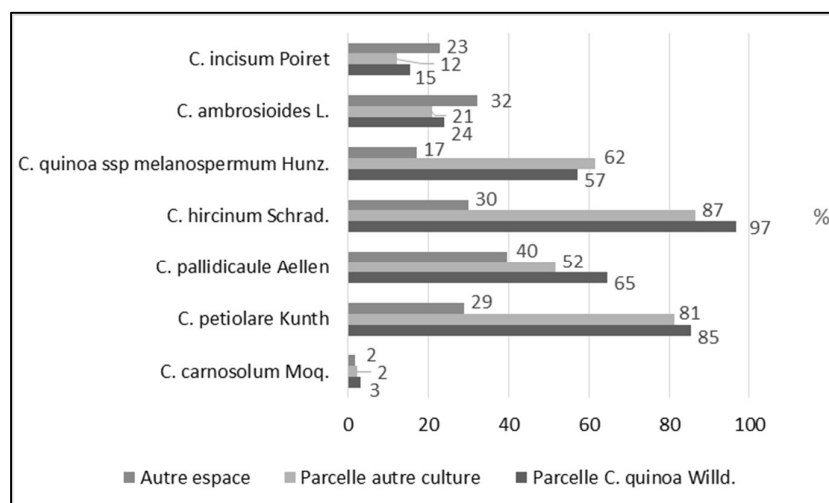


Figure 48. Comparaison des superficies de présence des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé, en pourcentage du nombre de cellules couvertes par chaque type d'espace : parcelles de quinoa cultivé, parcelles d'autres cultures, et autres espaces non cultivés (tous villages confondus).

La perception de présence est aussi très marquée dans les parcelles d'autres cultures pour les espèces suivantes : *C. hircinum* Schrad. (87 % du total des cellules des parcelles d'autres cultures), *C. petiolare* Kunth (81 %) et *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. (62 %).

Les espèces *C. pallidicaule* Aellen, avec 40 % du total des cellules d'autres espaces, et *C. petiolare* Kunth (29 %) sont les espèces de parents sauvages du quinoa qui occupent le pourcentage le plus élevé de cellules de l'espace non cultivé (autres espaces).

Les espèces *C. carnosolum* Moq., *C. ambrosioides* L. et *C. incisum* Poir.

sont celles avec la moindre présence dans tous les types d'espaces étudiés, ce qui confirme la plus forte distance génétique de ces espèces avec le quinoa cultivé par rapport aux autres espèces sauvages apparentées au quinoa, chacune ayant un degré de proximité génétique plus ou moins grand. Ainsi, la présence perçue de *C. carnosolum* Moq. (3 % du total des cellules des parcelles de *C. quinoa* Willd.) est beaucoup moins élevée sur les parcelles de *C. quinoa* Willd. que pour les espèces *C. ambrosioides* L. (24 %) et *C. incisum* Poir.

(15 %), ces deux dernières étant d'ailleurs plus présentes dans les autres espaces que dans les cultures de quinoa.

Comme le montre le Tableau 16, la plus grande différence dans la proportion de superficie de présence (en % de cellules par village) se trouve entre les villages situés au

nord et au centre de la région de Puno. Huancho (au nord) présente la plus grande distribution de *C. ambrosioides* L. et *C. incisum* Poiret avec chacune 74,6 % du nombre total de cellules. Yuraccachi (au sud) et Vizallani (au centre) présentent les plus grandes distributions de *C. pallidicaule* Aellen sauvage (66,5 % et 100 % respectivement) par rapport aux autres villages. Cela peut s'expliquer par la présence de cultures de *cañihua* (*C. pallidicaule* Aellen cultivé) à l'intérieur du village.

Tableau 16. Présence des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé par village, en % du nombre total de cellules de chaque carte à dire d'acteurs.

Espèce	Urani (nord)	Huancho (nord)	San Juan de Dios (nord)	Vizallani (centre)	Huataquita (centre)	Yuraccachi (sud)
(% du nombre total de cellules par village)						
<i>C. carnosolum</i> Moq.	0	0	9,9	0	0	9,5
<i>C. petiolare</i> Kunth	49,1	35,3	41,9	44,6	49,9	35,3
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	0	6,6	52,2	100	49,9	66,5
<i>C. hircinum</i> Schrad.	49,2	14,9	41,9	60,7	49,9	35,3
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	49,1	14,9	0	8,9	49,9	35,3
<i>C. ambrosioides</i> L.	35,8	74,6	11,7	10,9	37,9	24,9
<i>C. incisum</i> Poiret	21,8	74,6	11,7	12,3	0	24,9

5.1.5. Les facteurs environnementaux abiotiques de la distribution des espèces de parents sauvages

5.1.5.1. Perception de la présence selon l'altitude

Certaines espèces de parents sauvages se caractérisent par une croissance à des altitudes supérieures à celles des parcelles de *C. quinoa* Willd. Dans notre étude, les sept espèces de parents sauvages ont été perçues principalement en dessous de 3 900 m (Tableau 17).

Tableau 17. Répartition de la présence des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé selon l'altitude (en-dessous et au-dessus de 3 900 m), tous villages confondus, en % des cellules à présence perçue d'espèces.

Espèce	Présence (% cellules de présence)	
	< 3 900 m	> 3 900 m
<i>C. carnosolum</i> Moq.	44	56
<i>C. petiolare</i> Kunth	56	44
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	69	31
<i>C. hircinum</i> Schrad.	61	39
<i>C. quinoa</i> subsp. <i>melanospermum</i> Hunz.	41	59
<i>C. ambrosioides</i> L	24	76
<i>C. incisum</i> Poiret	32	68

Néanmoins, des espèces atteignent des altitudes plus élevées comme *C. ambrosioides* L. (76 % de leur présence totale au-dessus de 3 900 m) et *C. incisum* Poiret (68 % de leur présence totale au-dessus de 3 900 m). Ces espèces ont été identifiées dans les aires de pâturage à des altitudes comprises entre 3 900 et 4 100 m (zone agroécologique *Puna*).

5.1.5.2. Perception de la présence selon la distance à l'eau

L'irrigation est pratiquée dans certains villages, mais en très petites quantités. A Huataquita, un canal transporte l'eau jusqu'à quelques *chacras*. Dans d'autres villages, comme Vizallani et Huancho, certains agriculteurs apportent de l'eau aux *chacras* avec des petits fossés proches de leurs maisons (Figure 49). L'irrigation joue un rôle mineur dans les villages étudiés car la source qui fournit l'eau circulant dans les canaux et petits fossés dépend principalement des précipitations. La distance des espèces de parents sauvages à l'eau a été calculée en tenant en compte seulement des cours d'eau naturels, car les villageois n'ont fait référence qu'à ces éléments du paysage pour caractériser les espaces où une espèce se développe.



Figure 49. Fosses d'irrigation d'une chacra à Huancho.

Pour tous les interviewés, la probabilité de trouver des parents sauvages diminue avec l'augmentation de la distance par rapport à un cours d'eau (Tableau 18). Pour la plupart des espèces, autour de 50 % des cellules de présence perçue sont situées à moins de 200 m d'un point mentionnant de l'eau. Globalement, plus de 80 % des cellules de présence sont à moins de 600 m de distance d'un cours d'eau. Les espèces perçues les plus proches d'un cours d'eau sont *C. incisum* Poiret, *C. carnosolum* Moq. et *C. ambrosioides* L.

Tableau 18. Répartition de la présence des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé en fonction de la distance à un cours d'eau : % des cellules à présence perçue d'espèces (tous villages confondus).

Espèce	Présence (% de cellules de présence)		
	< 200 m	200-600 m	> 600 m
<i>C. carnosolum</i> Moq.	56	41	2
<i>C. petiolare</i> Kunth	46	41	12
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	41	35	25
<i>C. hircinum</i> Schrad.	40	47	13
<i>C. quinoa</i> subsp. <i>melanospermum</i> Hunz.	49	39	12
<i>C. ambrosioides</i> L.	66	22	12
<i>C. incisum</i> Poiret	69	23	8

Si nous croisons les données sur l'altitude et la distance à l'eau (Tableau 19), nous observons que les quatre espèces *C. carnosolum* Moq., *C. petiolare* Kunth, *C. pallidicaule* Aellen et *C. hircinum* Schrad., sont perçues présentes principalement au-dessous de 3 900 m d'altitude et à une distance de 200 à 600 m d'un cours d'eau.

En revanche, les trois espèces *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz., *C. ambrosioides* L. et *C. incisum* Poirét sont principalement perçues entre 3 900 et 4 000 m et à une distance inférieure à 200 m d'un cours d'eau.

C. carnosolum Moq., *C. ambrosioides* L et *C. incisum* Poirét peuvent aussi être perçues à des altitudes supérieures à 4 000 m à condition d'avoir une source d'eau à moins de 200 m.

Tableau 19. Répartition de la présence des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé selon l'altitude et la distance à l'eau, en % du total des cellules à présence perçue d'espèces (tous villages confondus). Cartes détaillées en Annexe 6.

Altitude (m)	Présence (% de cellules de présence)												Total général
	< 3 900				3 900-4 000				> 4 000				
Distance à l'eau (m)	<200	200-600	>600	Sous-total	<200	200-600	>600	Sous-total	<200	200-600	>600	Sous-total	
<i>C. carnosolum</i> Moq.	0	44	0	44	30	3	2	35	21	0	0	21	100
<i>C. petiolare</i> Kunth	20	27	9	55	20	10	3	34	6	4	0	11	100
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	21	30	18	69	6	9	3	19	8	4	0	13	100
<i>C. hircinum</i> Schrad.	19	32	10	61	16	10	3	29	6	4	0	10	100
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	15	18	8	41	25	14	4	44	9	6	0	15	100
<i>C. ambrosioides</i> L.	12	12	3	27	25	9	8	42	15	5	10	31	100
<i>C. incisum</i> Poiret	15	5	8	27	28	9	0	37	26	10	0	35	100

5.1.5.3. Présence des espèces de parents sauvages en relation avec les parcelles cultivées

Dans les six villages, les sept espèces de parents sauvages sont toutes présentes à l'intérieur des parcelles de *C. quinoa* Willd. (Figure 50 ; Annexe 6). Comme l'ont présenté Geerts et al. (2008) ainsi que Mujica et Jacobsen (2006), les parents sauvages restent encore conservées localement à différentes fins par les agriculteurs.

Le Tableau 20 montre que les espèces les plus perçues à l'intérieur de la parcelle de quinoa cultivé sont *C. hircinum* Schrad., *C. petiolare* Kunth et *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. (entre 13 et 14 % des cellules de présence de chaque espèce), et les moins perçues sont *C. ambrosioides* L. (6 %) et *C. incisum* Poiret (5 %).

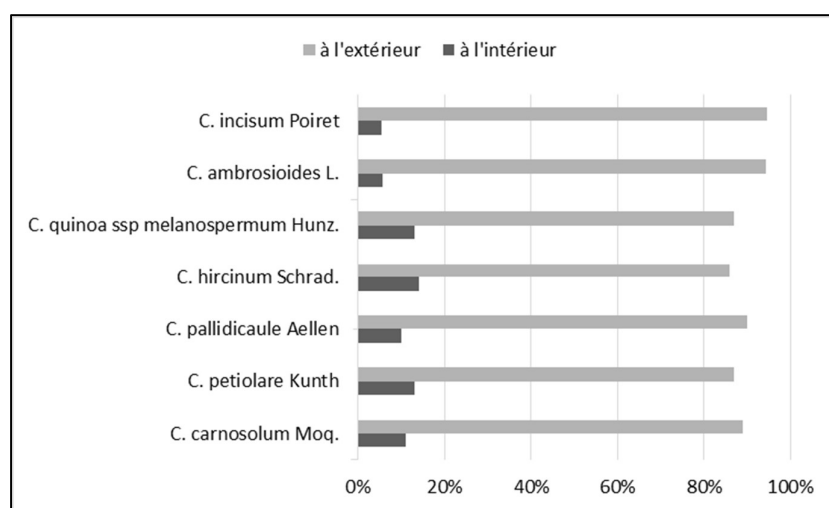


Figure 50. Présence perçue (en % du total des cellules de présence perçue) des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans et dehors des parcelles de *C. quinoa* Willd. (tous villages confondus).

Bien que les sept espèces soient perçues aussi bien à l'intérieur qu'autour des parcelles de *C. quinoa* Willd., elles le sont aussi dans certains espaces isolés, soit en bordure des champs, soit dans des lieux considérés comme sacrés (Gomez-Pando et al., 2015). Pour *C. ambrosioides* L. et *C. incisum* Poiret, près de la moitié de leurs cellules de présence est située à 200 m d'une parcelle de *C. quinoa* Willd., respectivement 45 % et 50 %. Pour les cinq autres espèces, cette présence est moindre à cette distance, mais elle est renforcée au-delà de 200 m, avec des scores de 52 à 62 % selon l'espèce.

Tableau 20. Répartition de la présence (en % des cellules de présence perçue par espèce) des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé de l'intérieur de la parcelle cultivée de *C. quinoa* Willd. à une distance variant de moins de 50 m à plus de 200 m de la parcelle (tous villages confondus).

Espèce	Présence (% cellules de présence)				Total (%)
	Distance à parcelle de <i>C. quinoa</i> Willd.				
	A l'intérieur	< 50 m	50 – 200 m	> 200 m	
<i>C. carnosolum</i> Moq.	11	9	18	62	100
<i>C. petiolare</i> Kunth	13	6	24	57	100
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	10	5	33	52	100
<i>C. hircinum</i> Schrad.	14	6	23	57	100
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	13	6	26	55	100
<i>C. ambrosioides</i> L.	4	5	45	46	100
<i>C. incisum</i> Poiret	5	4	50	41	100

Le système andin traditionnel se caractérise par une organisation territoriale où la production agricole s'entremêle avec le pâturage. Il existe un cycle de rotation des cultures avec des périodes de jachère qui sert de pâturage ; cette organisation est très importante en termes de durabilité du système. Pour cette raison, la culture du quinoa présente une variabilité dans la distribution spatiale et temporelle dans l'agroécosystème. Un cycle de rotation des cultures est généralement composé de pomme de terre/quinoa/avoine-orge. Pour les villages étudiés, la présence des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé perçues dans les parcelles d'autres cultures (Tableau 21 ; Figure 51) est supérieure à 40 % pour les espèces *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. (47 %), *C. petiolare* Kunth (42 %) et *C. hircinum* Schrad. (42 %).

Tableau 21. Répartition de la présence (en % des cellules de présence perçue par espèce) des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé de l'intérieur de la parcelle d'autres cultures à une distance variant de moins de 50 m à plus de 200 m des parcelles (tous villages confondus).

Espèce	Présence (% cellules de présence)				
	Distance à la parcelle d'autre culture				Total (%)
	A l'intérieur	< 50 m	50 – 200 m	> 200 m	
<i>C. carnosolum</i> Moq.	28	14	58	0	100
<i>C. petiolare</i> Kunth	42	9	44	5	100
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	27	7	49	16	100
<i>C. hircinum</i> Schrad.	42	9	46	4	100
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	47	9	41	2	100
<i>C. ambrosioides</i> L.	17	6	41	36	100
<i>C. incisum</i> Poiret	14	7	42	37	100

La présence perçue d'espèces de parents sauvages à l'intérieur des parcelles d'autres cultures est plus élevée qu'à l'intérieur des parcelles de *C. quinoa* Willd. (Figure 52). La première explication est que la superficie cultivée avec *C. quinoa* Willd. est inférieure à celle occupée par d'autres cultures, mais il y a aussi le fait que les semences des parents sauvages restent dans les parcelles cultivées en quinoa lors de la campagne agricole précédente, et germent lors du nouveau cycle de la rotation.

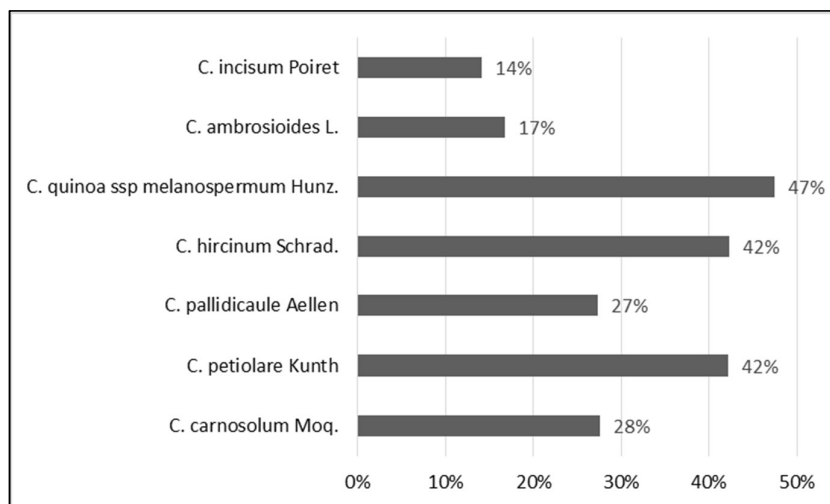


Figure 51. Présence perçue (en % du total des cellules à présence perçue) des sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé dans les parcelles d'autres cultures (tous villages confondus).

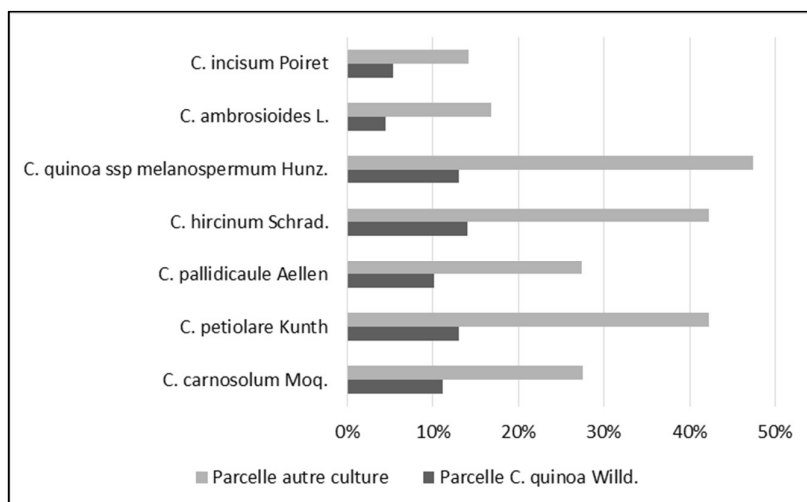


Figure 52. . Présence comparée (en % du total des cellules à présence perçue par espèce) des espèces de parents sauvages dans les parcelles de *C. quinoa* Willd. et d'autres cultures (tous villages confondus).

5.2. Entretiens et observation participante : connaissances et usages des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé

5.2.1. *Éléments de classification locale en lien avec la cosmovision*

Pour les habitants de l'Altiplano, la culture du quinoa a une origine différente de la domestication d'une espèce telle que décrite par les scientifiques (Figure 53). Elle s'inscrit dans la cosmovision andine (décrite en Partie 2). En résumé, toute plante vient d'*espèces mères* qui appartiennent aux dieux, lesquels les cultivent dans des lieux non occupés par l'agriculture. Ainsi, les personnes interviewées ont mentionné que « *les grands-parents disaient que les plantes sauvages poussent dans les chacras des dieux et que pour cette raison il faut prendre soin d'elles* » (récit d'une agricultrice à Huataquita).

La légende du quinoa explique son origine par un don d'une divinité. En résumé, la légende raconte que lors d'une sécheresse prolongée, une pénurie a provoqué la disparition de toute végétation herbacée et la baisse du nombre d'animaux dans toute la région andine. La population de l'époque, à travers les chamans, a effectué des prières crépusculaires demandant une salvation divine à la déesse mère *mama Thunupa*. La divinité a écouté les demandes et a envoyé la *ñusta Jiuyra*, une étoile transformée en belle princesse, qui a semé la *mama quinoa* (mère quinoa) pour sauver les humains. Depuis ce jour, le quinoa est utilisé comme aliment précieux car divin dans les Andes.

Pour *C. quinoa* Willd., un groupe de trois espèces de parents sauvages sont reconnues comme étant directement des *espèces mères* : *C. hircinum* Schrad., *C. petiolare* Kunth et *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. Pendant les entretiens, ces espèces ont été nommées également comme « *mama quinua, aara, ayara et ajara* ». Dans la littérature, ces espèces sont connues aussi comme « *sacha quinua* » (*C. hircinum* Schrad.) et « *llipchcha, lipcha, llipchcha-llipchcha, tuna ullush* » (*C. petiolare* Kunth) (Soukup, 1980). La perception de ce groupe comme les *espèces mères* du quinoa repose sur trois critères simultanés : la similitude morphologique de ces plantes avec le quinoa ; leur présence dans la parcelle cultivée de quinoa ; leur facilité de croisement avec le quinoa.

L'espèce (*C. pallidicaule* Aellen) est par ailleurs considérée par les villageois comme l'espèce mère de la *cañihua* (*C. pallidicaule* Aellen cultivée). Pour les agriculteurs, il existe un groupe d'au moins deux espèces mères de la *cañihua* sur l'Altiplano. L'une est plus petite que la plante cultivée, elle présente une croissance prostrée, ses feuilles sont petites et ses grains noirs et sucrés. L'autre espèce mère de la *cañihua* a la même taille que la *cañihua* cultivée, sa croissance est grande et érigée, ces grains sont noirs et amers. Ces espèces sont appelées « *Iswilla, aara cañihua, aparo cañihua* » ou « *mama cañihua* » par les interviewés. Dans les références historiques en botanique (Soukup, 1980), cette espèce est connue comme « *kaniwa, kanagua, quitacanigua, ayara, cuchi-quinoa, canihua et ccanihua* » par l'ethnie *quechua*, et « *isealla huapa, aara, ajara, canahua, kanahua et kanaw* » par l'ethnie *aymara*. La perception de ces espèces comme les espèces mères de la *cañihua* repose sur les mêmes trois critères simultanés mentionnés pour *C. quinoa* Willd. Pour notre étude, nous avons travaillé seulement avec l'espèce qui présente une croissance prostrée puisqu'elle répond à la description morphologique donnée par Mujica et Jacobsen (2006) pour l'espèce *C. pallidicaule* Aellen.

Dans les Andes, les espèces mères du quinoa et celle de la *cañihua* sont considérées comme complémentaires. *C. hircinum* Schrad., *C. petiolare* Kunth et *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. représentent le masculin alors que *C. pallidicaule* Aellen représente le féminin. « *Quand nous faisons un pagachi* [rituel de paiement à la Mère Terre], *nous devons utiliser l'ayara et l'iswilla, parce que si nous donnons des mâles et des femelles, plus les Apus* [l'âme des collines ou montagnes] *seront contents* ».

Dans les villages étudiés, *C. incisum* Poirét, *C. ambrosioides* L. et *C. carnosolum* Moq. ne sont pas considérées comme des espèces mères (Tableau 22). Les deux premières espèces sont considérées comme un mariage, dont *C. incisum* Poirét représente le féminin et *C. ambrosioides* L. le masculin. Ces trois espèces appartiennent aux anciens habitants de l'Altiplano (*gentiles*) et sont en relation directe avec les dieux. Les deux premières espèces sont nommées « *paicco* », ou « *paicco macho* » (*macho* fait référence à la qualité de masculine en espagnol) pour *C. ambrosioides* L., et elles appartiennent à la catégorie des plantes aromatiques. L'inventaire ethnobotanique de Soukup (1980) a enregistré aussi les noms de « *arcapaico, alccja-paico, arbre de Noël* » pour *C. incisum* Poirét, et « *payqu, paico, paicco, payco, paiku, amush, camatai, cashiva, cashua, amasamas, amash, amush, anserina, hierba de Santa María, mastruco, mastruz, mentruz, paiko,*

pozote, sie-sie » pour *C. ambrosioides* L. En revanche, l'information sur la classification de *C. carnosolum* Moq. n'a pas été obtenue via les entretiens. Cependant, nous avons choisi de la regrouper dans la classification des plantes aromatiques. Cette espèce est appelée « *choca chiwa* ».

Tableau 22. Classification locale et nom des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé donnés par les personnes interviewées.

Espèce	Classification locale	Nom local
<i>C. hircinum</i> Schrad. <i>C. petiolare</i> Kunth <i>C. quinoa</i> spp. <i>melanospermum</i> Hunz.	Espèce mère	<i>mama quinoa</i> ; <i>aara</i> ; <i>ayara</i> ; <i>ajara</i>
<i>C. pallidicaule</i> Aellen		<i>Iszilla</i> ; <i>aara cañihua</i> ; <i>mama cañihua</i>
<i>C. incisum</i> Poirét	Plante aromatique	<i>Paicco</i> , <i>Paicco blanc</i>
<i>C. ambrosioides</i> L.		<i>Paicco</i> ; <i>Paicco macho</i> ; <i>Paicco rouge</i>
<i>C. carnosolum</i> Moq.		<i>choca chiwa</i>

5.2.2. Reconnaissance des espèces de parents sauvages par les personnes interviewées, selon l'âge, le genre et l'ethnie

La Figure 54 et le Tableau 23 visualisent les résultats sur la reconnaissance des espèces selon les catégories des personnes interviewées (genre, âge et ethnie). La plupart des personnes interviewées (79 %) ont reconnu entre trois et six espèces de parents sauvages, et quatre espèces est le nombre le plus significatif (33 personnes). Seulement 3 % (5 personnes) n'ont reconnu qu'une seule espèce, et 5 % (8 personnes) ont reconnu les sept espèces.

Les espèces les plus reconnues ont été *C. ambrosioides* L. (119 sur 150 réponses) (Figure 55), *C. pallidicaule* Aellen (114 sur 150), *C. hircinum* Schrad. (108 sur 150) et *C. petiolare* Kunth (105 sur 150). Les réponses des interviewés soulignent que l'espèce *C. ambrosioides* L. est la plus facile à identifier puisqu'elle dégage une forte odeur. En général, ces espèces ont été reconnues principalement dans les villages localisés au nord et proches du lac Titicaca (Tableau 24).

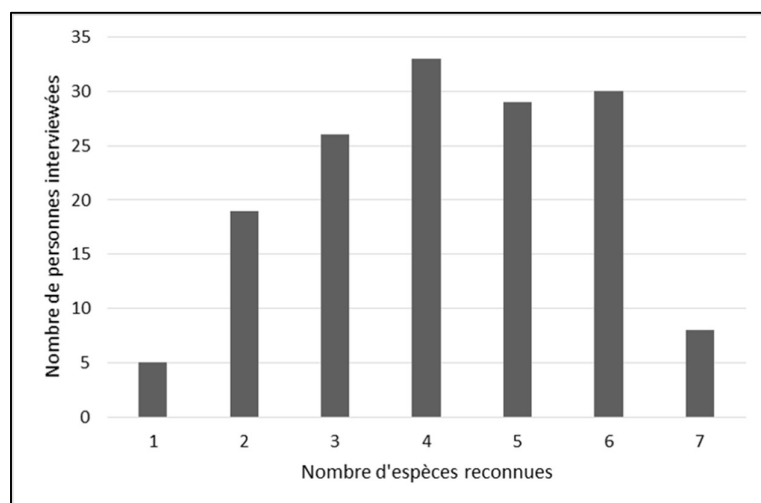


Figure 54. Nombre d'espèces reconnues : la majorité des personnes interviewées ont reconnu entre trois et six espèces (total : 150 personnes interviewées).

Tableau 23. Nombre d'espèces de parents sauvages reconnues, moyenne et écart-type, par catégorie de personnes interviewées (total : 150 personnes interviewées).

Catégorie	Nombre moyen d'espèces reconnues	Ecart-type	Nombre de personnes dans la catégorie
Féminin	4,24	1,46	89
Masculin	4,23	1,71	61
≤ 50 ans	4,22	1,60	51
> 50 ans	4,24	1,55	99
<i>Amaya</i>	4,17	1,64	75
<i>Quechua</i>	4,29	1,49	75

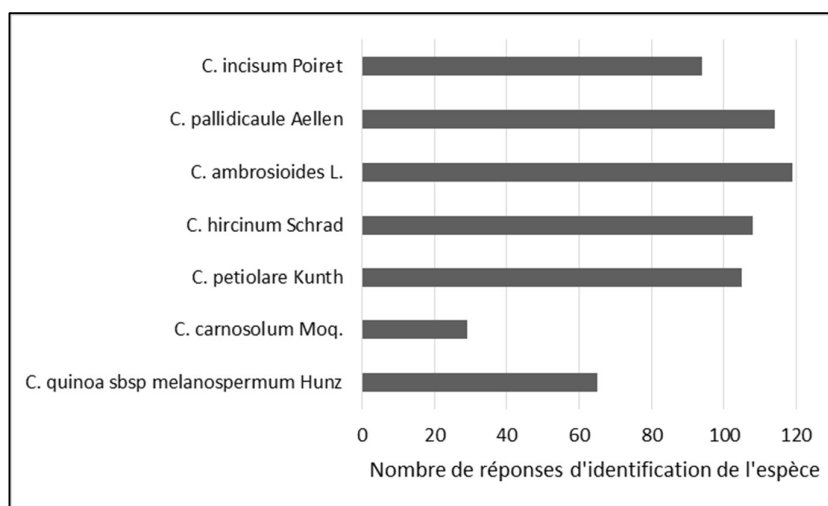


Figure 55. Nombre de réponses positives sur l'identification de chaque espèce de parents sauvages (total : 150 personnes interviewées).

Tableau 24. Reconnaissance des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé (en % du total des personnes interviewées) selon la localisation géographique des villages par rapport au lac Titicaca.

Position du village	Centre			Nord			Sud	Total
Distance au lac	Loin	Proche	Sous-total	Loin	Proche	Sous-total	Proche	
	(% du total des personnes interviewées)							
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	18	18	37	15	29	45	18	100
<i>C. carnosolum</i> Moq.	0	0	0	17	38	55	45	100
<i>C. petiolare</i> Kunth	13	15	29	20	34	54	17	100
<i>C. hircinum</i> Schrad.	19	16	34	20	31	52	14	100
<i>C. ambrosioides</i> L.	15	18	33	18	37	55	12	100
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	18	17	35	23	26	49	16	100
<i>C. incisum</i> Poiret	12	14	26	22	32	54	20	100

La répartition des réponses sur la reconnaissance des espèces représentée avec DARwin 6.0 montre qu'il n'y a pas de différence significative selon l'âge (> 50 ; ≤ 50 ans). La Figure 56 montre les deux premiers axes de l'analyse factorielle (Axes 1 et 2) des âges basée sur la reconnaissance des sept espèces de parents sauvages. Nous pouvons observer que chaque groupe d'âge est complètement mélangé l'un avec l'autre. Il n'y a pas de différence significative en pourcentage dans les réponses de reconnaissance des espèces selon l'âge (Figure 57 ; Tableau 25). Pour les espèces *C. incisum* Poiret (taux de reconnaissance de 63 %) et *C. pallidicaule* Aellen (76 %) le taux de reconnaissance est presque le même par les personnes jeunes et les personnes âgées.

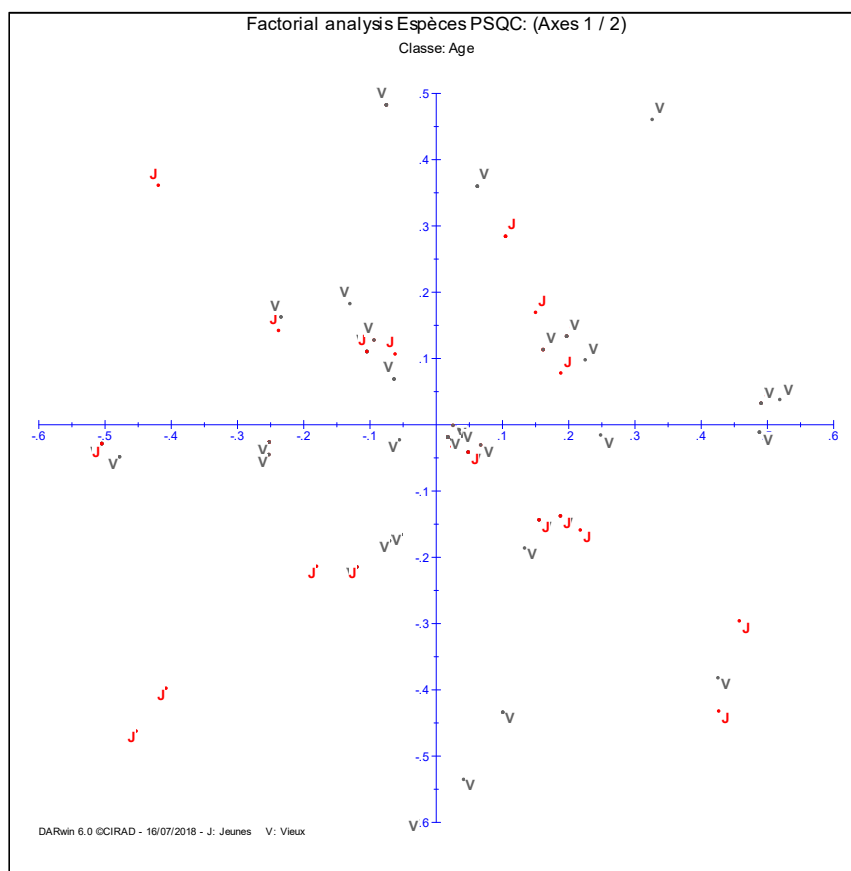


Figure 56. Analyse factorielle de reconnaissance des parents sauvages du quinoa cultivé selon l'âge (J : ≤ 50 ; V : > 50 ans).

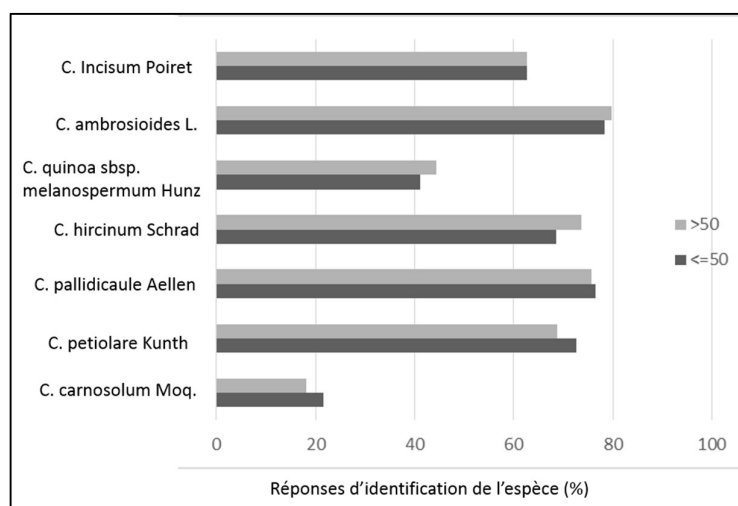


Figure 57. Reconnaissance des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé selon l'âge (> 50 ; ≤ 50 ans), exprimée en % des répondants par classe d'âge, tous villages confondus.

L'analyse factorielle basée sur la reconnaissance des sept espèces selon le genre (féminin ; masculin) est ainsi représentée sur les deux premiers axes (Axes 1 et 2, Figure 58). Les réponses des femmes comme des hommes ont une répartition similaire.

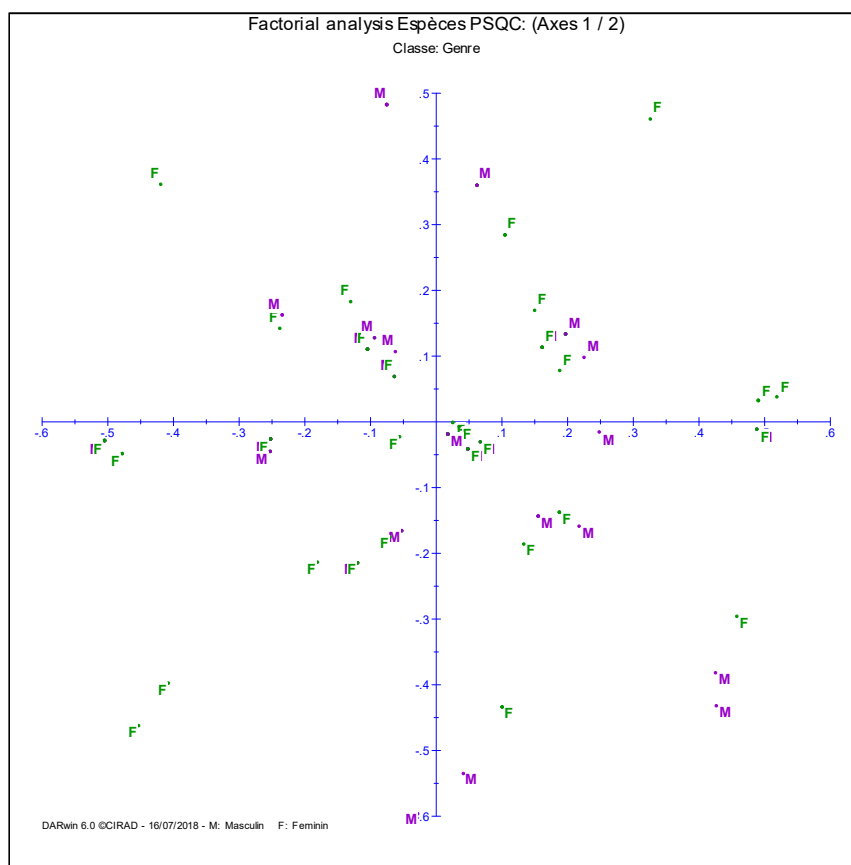


Figure 58. Analyse factorielle de reconnaissance des parents sauvages du quinoa cultivé selon le genre (F : féminin ; M : masculin).

Les espèces *C. petiolare* Kunth (73 %), *C. pallidicaule* Aellen (79 %), *C. hircinum* Schrad. (73 %) et *C. incisum* Poir. (66 %) ont tendance à être à peine plus reconnues par le genre féminin (Figure 59), et les autres espèces par le genre masculin. Une explication de ce résultat est associée à l'attribution des activités ou responsabilités quotidiennes distinctes selon le sexe. Le rôle attribué aux hommes et aux femmes conduit à une connaissance diverse des ressources de la nature. Dans une prochaine partie de ce chapitre, nous allons analyser les usages de ces espèces pour aider à clarifier ces différences.

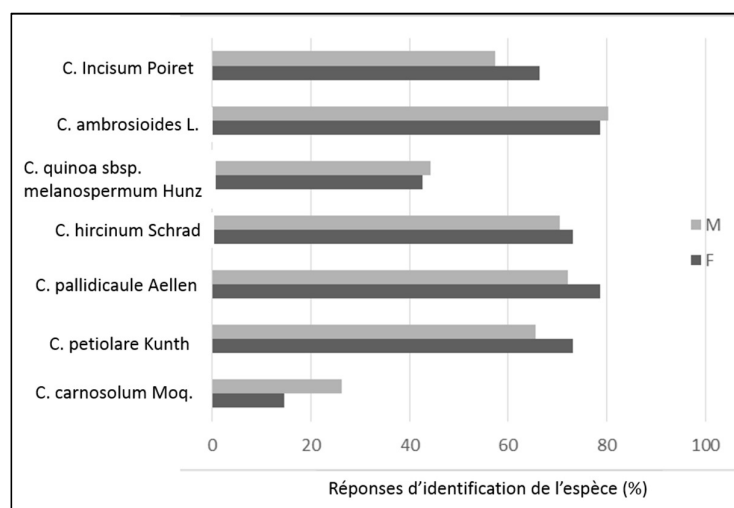


Figure 59. Reconnaissance des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé selon le genre (Féminin ; Masculin), en % des répondants par genre, tous villages confondus.

L'analyse factorielle basée sur la reconnaissance des sept espèces selon l'ethnie (*Aymara* ; *Quechua*) est représentée sur les trois premiers axes (Axes 1 et 3). La Figure 60 montre la présence des deux groupes séparés.

La principale différence se situe pour *C. carnosolum* Moq. (*Aymara* : 24 personnes ; *Quechua* : 5 personnes) (Figure 61). Les résultats des cartes à dire d'acteurs indiquent que cette espèce a été perçue seulement à l'intérieur des villages *aymaras*. Certaines personnes de l'ethnie *quechua* la connaissent grâce à leurs déplacements hors de leur village (pâturage ou travail agricole dans d'autres villages). Le chaman a aussi été un acteur clé pour l'identification des espèces, puisqu'il/elle connaît une gamme d'espèces qui ne se limite pas aux frontières de son village, et parce qu'encore aujourd'hui, le chaman récolte dans les champs les plantes avec des propriétés médicinales.

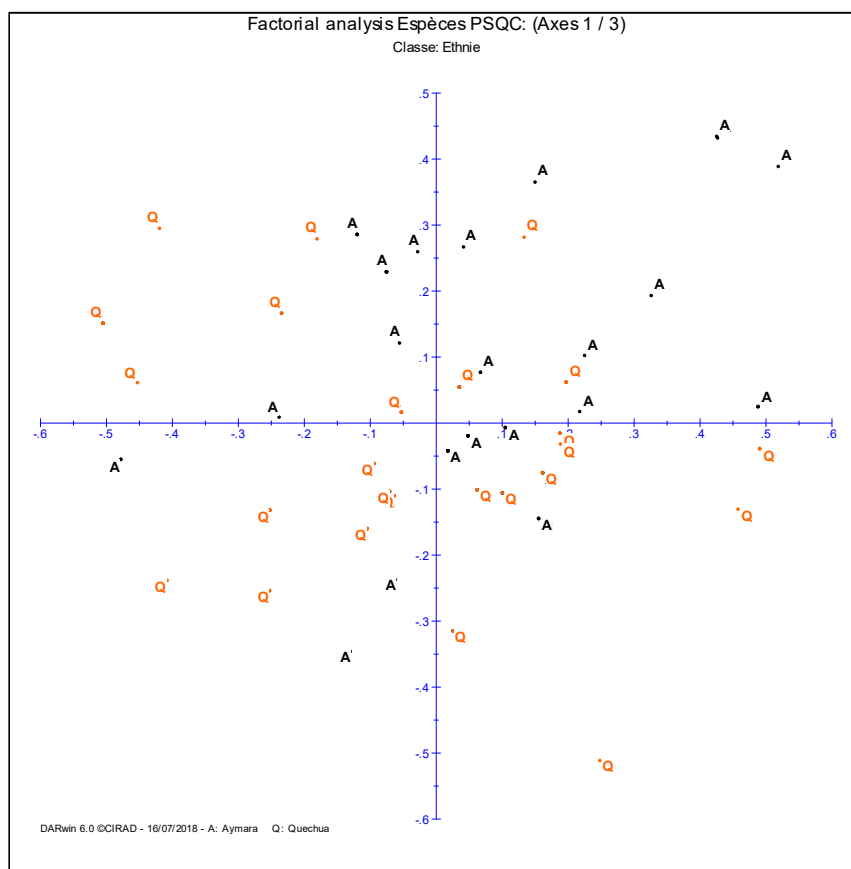


Figure 60. Analyse factorielle de reconnaissance des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé selon l'ethnie (*Aymara* ; *Quechua*), en % des répondants par ethnie (75 personnes par ethnie), tous villages confondus.

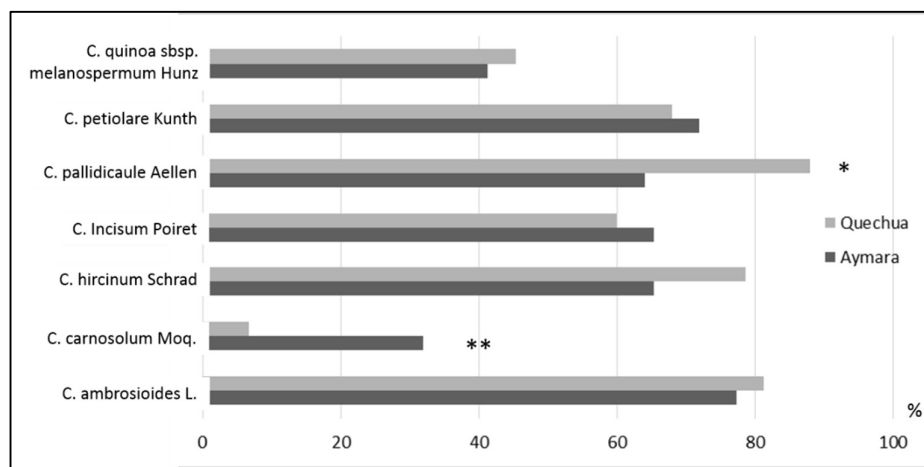


Figure 61. Représentation en pourcentage de reconnaissance de chaque espèce de parent sauvage du quinoa cultivé selon l'ethnie (*Aymara* ; *Quechua*), tous villages confondus. * : significativité au seuil de 1 % (p-value <0,01) ; ** : significativité au seuil de 0,1 % (p-value < 0,001).

Nous avons cherché s'il existe une association entre les nombres de réponses des personnes interviewées selon la classe (ethnie, âge et genre) et la reconnaissance des espèces. Nous avons trouvé un degré d'association entre deux espèces par rapport à l'ethnie, *C. carnosolum* Moq. et *C. pallidicaule* Aellen (Figure 61 ; Tableau 25). Les résultats des cartes à dire d'acteurs indiquent que la présence de l'espèce *C. carnosolum* Moq. a été perçue seulement à l'intérieur des villages *aymaras*, alors que l'espèce *C. pallidicaule* Aellen a été perçue principalement à l'intérieur des villages *quechuas*.

Tableau 25. Analyse du degré d'association entre les réponses des personnes interviewées et la classe (ethnie, âge, genre), tous villages confondus.

Espèce	Ethnie		Age		Genre	
	Khi ²	P-value	Khi ²	P-value	Khi ²	P-value
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	0,244	0,621	0,146	0,702	0,234	0,629
<i>C. carnosolum</i> Moq.	15,432	< 0,0001**	0,248	0,619	3,780	0,052
<i>C. petiolare</i> Kunth	0,286	0,593	0,239	0,625	0,225	0,635
<i>C. hircinum</i> Schrad.	3,307	0,069	0,436	0,509	0,037	0,847
<i>C. ambrosioides</i> L.	0,366	0,545	0,038	0,845	0,820	0,365
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	11,842	0,001*	0,009	0,923	0,108	0,742
<i>C. incisum</i> Poiret	0,456	0,500	0,000	0,989	0,465	0,495
* : significativité au seuil de 1 % (p-value < 0,01)						
** : significativité au seuil de 0,1 % (p-value < 0,001)						

5.2.3. Usages connus des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé par les personnes interviewées, selon l'âge, le genre et l'ethnie

La diversité et variabilité des utilisations du *C. quinoa* Willd. et de ses espèces de parents sauvages sont connues par les habitants originaires des Andes. Flores et al., (2008) situent que l'utilisation de ces grains pour l'alimentation remonte à des milliers d'années autour du lac Titicaca. Actuellement, les utilisations les plus communes des espèces de parents sauvages sont l'alimentation et l'usage médicinal (Camargo et Rojas, 2004).

Pour l'alimentation, ce sont les feuilles et les grains de certaines espèces qui sont utilisés. Les grains sont collectés, séchés, ventilés, battus, et finalement stockés, entre les mois d'avril et juin. Ils sont utilisés pendant les périodes de soudure, généralement entre

les mois de décembre et janvier. En effet, les histoires transmises entre générations et les souvenirs de la population plus âgée font remarquer l'importance de ces grains pendant les périodes de faible disponibilité d'aliments.

Rojas et al. (2010) a fait une recompilation historique sur l'importance des grains andins : pour les Incas, ces grains étaient un aliment sacré. Le quinoa était offert au Dieu *Inti* (soleil) dans un récipient d'or pendant les cérémonies religieuses. Puis, chaque année, l'Inca était chargé de réaliser une importante cérémonie avant de semer la terre.

Les espèces de parents sauvages conservent une place importante dans diverses cérémonies et rituels des villages de l'Altiplano. Encore aujourd'hui, les grains et les plantes de ces espèces sont utilisés dans le rituel de la *Candelaria* — La Fête de la *Virgen de la Candelaria* (Notre-Dame de Candelaria) célébrée chaque année à Puno, et qui a été déclarée patrimoine culturel immatériel de l'humanité par l'UNESCO en 2014. Le chaman donne une bénédiction aux *espèces mères* pour les offrir à la Mère Terre (*Pachamama*) et aux Montagnes Sacrées (*Apu Achachilas*). Cette cérémonie est faite pour remercier les premiers fruits obtenus des parcelles cultivées.

Pendant la fête de San Juan, et dans le contexte de la Nouvelle Année *aymara*, il est célébré le *tikanchado* du bétail ovin et bovin. Les animaux reçoivent une bénédiction de l'eau mélangée avec des graines du quinoa sauvage. Ce mélange est un symbole de la fertilité. Il est déposé sur les animaux pour appeler à la reproduction (Rojas, 2010).

Lorsque les conditions climatiques sont sévères pour l'agriculture et que les ressources alimentaires manquent, les familles se tournent vers les espèces de parents sauvages du quinoa et autres espèces apparentées à des plantes cultivées pour se nourrir. Dans les entretiens, les villageois nous ont expliqué qu'il y a des règles générales pour la cueillette de ces espèces, et la préparation et l'utilisation des plantes sauvages. Une personne ne devrait pas récolter une plante dans trois situations : (a) à proximité des routes (pollution des véhicules) ; (b) à proximité des parcelles où des produits chimiques ont été utilisés sur les cultures ; (c) près des maisons dont des produits comme la lessive pour les vêtements ou le shampoing sont jetés.

Pour obtenir des bénéfices médicinaux, il faut choisir des plantes jeunes et propres. Le meilleur moment est la floraison. Après, il faut les faire sécher à la maison. Les plantes qui ont été séchées naturellement dans le champ ont alors perdu leurs propriétés médicinales (*elles sont vieilles*, récit d'une agricultrice à Vizallani). Pour conserver leurs

propriétés, le séchage doit se faire à l'ombre dans un espace ventilé, ce qui est le propre du travail de tout herboriste au monde. Une fois séchées, les plantes sont broyées et gardées dans des récipients ou sacs pour éviter la contamination par la poussière ou par les insectes (Zalles et De Lucca, 2006).

Les applications des grains de quinoa dans la médecine traditionnelle andine sont connues depuis les temps anciens. Dans les villages de l'Altiplano et les vallées, il existe encore des chamans porteurs de connaissances sur les plantes médicinales. Ceux-ci préparent les grains, tiges et feuilles du quinoa qui, en fonction de la préparation, peuvent s'appliquer à l'intérieur ou à l'extérieur du corps.

Dans notre cas d'étude, huit usages ont été les plus cités pendant les entretiens : alimentation humaine, alimentation animale, médicament humain, médicament animal, usage social, usage environnemental, carburant, et toxique ou nocif. Le nombre moyen et l'écart-type d'usages par catégorie de personnes interviewées (genre, âge et ethnie) sont présentés dans le Tableau 26.

Tableau 26. Nombre d'usages décrits des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé, moyenne et écart-type, en fonction de la catégorie des répondants, tous villages confondus.

Catégorie	Nombre moyen d'usages	Ecart-type	Nombre de personnes dans la catégorie
Féminin	3,26	1,09	89
Masculin	3,26	1,24	61
≤ 50 ans	3,10	1,10	51
> 50 ans	3,34	1,17	99
<i>Aymara</i>	3,12	1,14	75
<i>Quechua</i>	3,40	1,15	75

La plupart des personnes interviewées ont déclaré deux (31 %) et quatre (30 %) usages des espèces de parents sauvages (Tableau 27 ; Figure 62). Seulement 2 % des interviewés ont déclaré connaître un seul usage, et cela concerne seulement des personnes de 50 ans ou moins. De même, 2 % des interviewés ont déclaré connaître jusqu'à six usages, mais cela concerne seulement des personnes de plus de 50 ans.

Tableau 27. Nombre d'usages connus des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé par personne selon l'ethnie (A ; Q), l'âge (>50 ; ≤ 50) et le genre (Masculin ; Féminin), tous villages confondus.

Nombre d'usages connus	Aymara				Quechua				Total nombre de personnes
	≤ 50 ans		> 50 ans		≤ 50 ans		> 50 ans		
	M	F	M	F	M	F	M	F	
1	1	0	0	0	0	2	0	0	3
2	3	4	11	11	1	6	4	7	47
3	3	5	5	3	2	4	4	7	33
4	2	4	5	8	0	9	6	11	45
5	2	1	4	2	0	2	4	4	19
6	0	0	1	0	0	0	1	1	3
Total	11	14	26	24	3	23	19	30	150

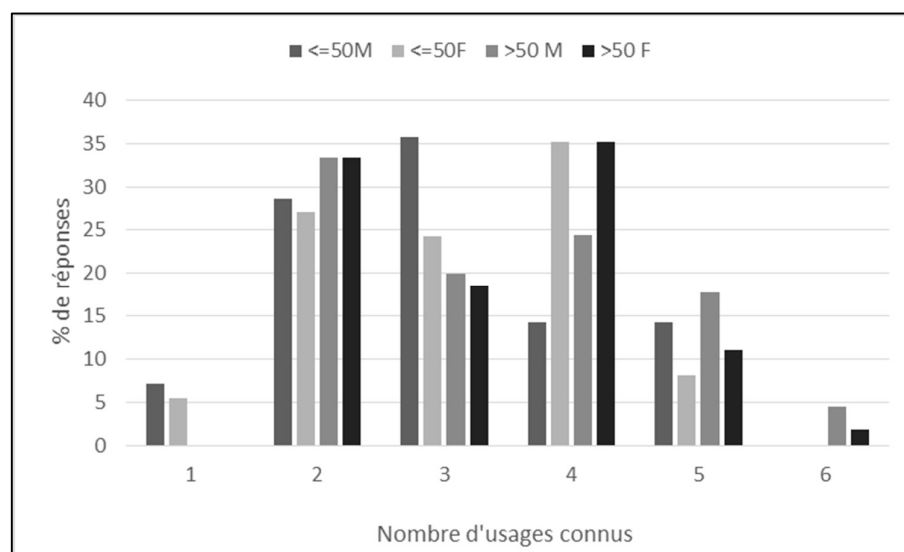


Figure 62. Nombre d'usages connus des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé selon l'âge (> 50 ; ≤ 50 ans) et le genre (Masculin ; Féminin), en pourcentage de réponses de chaque catégorie combinée âge-genre (toutes ethnies confondues, et tous villages confondus).

Les usages les plus connus sont les médicaments humains (145 sur 150 réponses) et l'alimentation humaine (139 réponses) (Figure 63). Ces usages sont suivis par l'alimentation animale (80 réponses) et l'usage social (78 réponses). Par contre, les usages toxiques - nocif et carburant sont les moins connus.

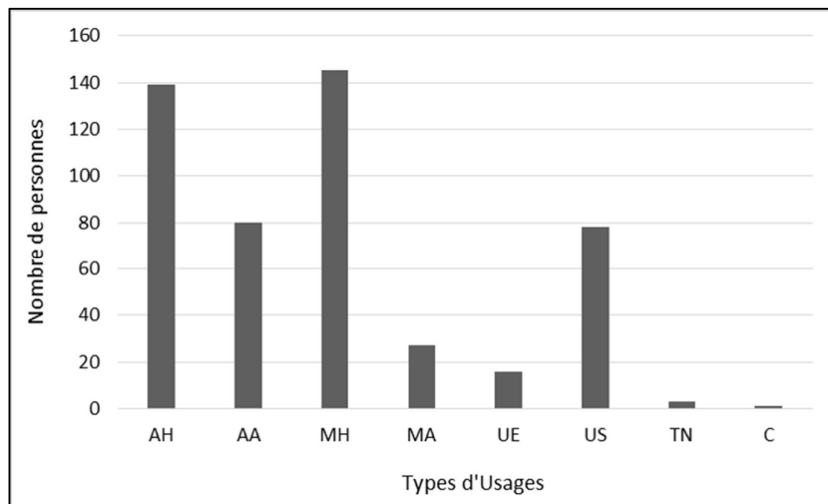


Figure 63. Types d'usages décrits des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé, selon le nombre de réponses positives obtenues, tous villages confondus. AH : alimentation humaine ; AA : alimentation animale ; MH : médicaments humains ; MA : médicaments animaux ; UE : usage environnemental ; US : usage social ; TN : toxique ou nocif ; C : carburant.

En utilisant le logiciel DARwin 6.0, les résultats montrent qu'il n'y a pas de séparation des groupes entre les classes de genre et d'âge par rapport la répartition des réponses sur les usages. Par contre, il existe une différence significative des distances entre les ethnies.

La Figure 64 montre les trois premiers axes de l'analyse factorielle (Axes 1 et 3) des genres basée sur la répartition des réponses des huit usages. Comme il a été déjà observé, les deux genres forment un seul groupe avec une répartition de réponses similaire.

Cependant, le Test de Kruskal-Wallis montre qu'il y a une différence significative par rapport au genre et à l'usage médicament pour animaux (MA) (Tableau 28). Les hommes ont une meilleure connaissance que les femmes sur les bienfaits médicinaux pour les animaux.

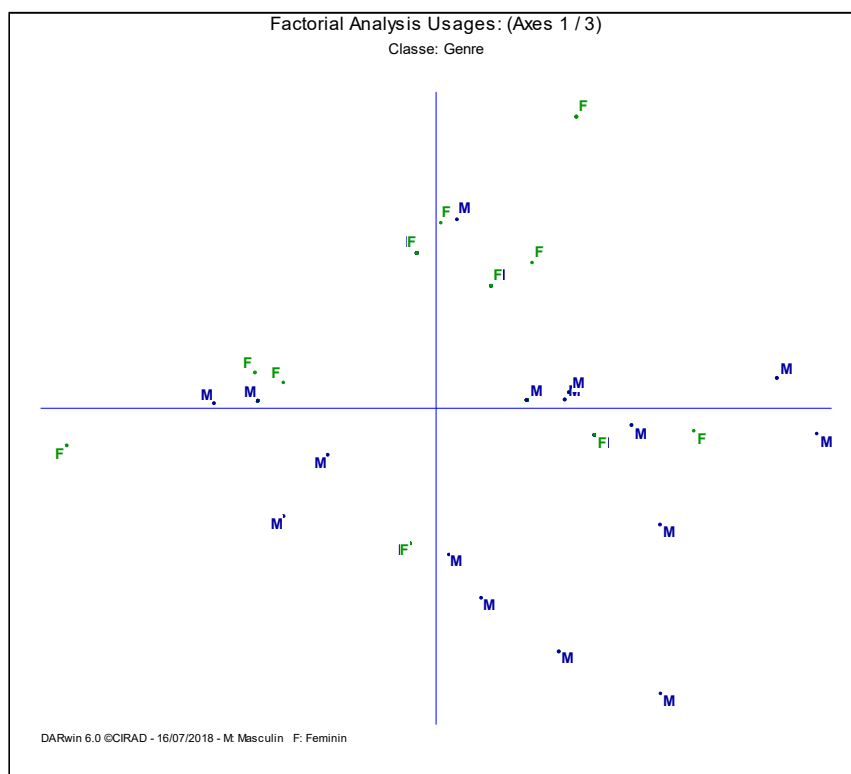


Figure 64. Analyse factorielle des usages des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé, selon le genre (Féminin ; Masculin), tous villages confondus.

Tableau 28. Test Kruskal-Wallis de l'usage médicament pour animaux (MA) des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé, selon le genre (Masculin ; Féminin).

Test de Kruskal-Wallis	MA
K (Valeur observée)	5,452
K (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	0,020
alpha	0,05
Moyenne des rangs (M)	83,3
Moyenne des rangs (F)	71,1

La Figure 65 montre les trois premiers axes de l'analyse factorielle (Axes 1 et 3) des âges (J : ≤ 50 ans ; V : > 50 ans) basée sur la répartition des réponses des huit usages des espèces de parents sauvages. Les deux rangs d'âge forment un seul groupe avec une répartition de réponses similaire.

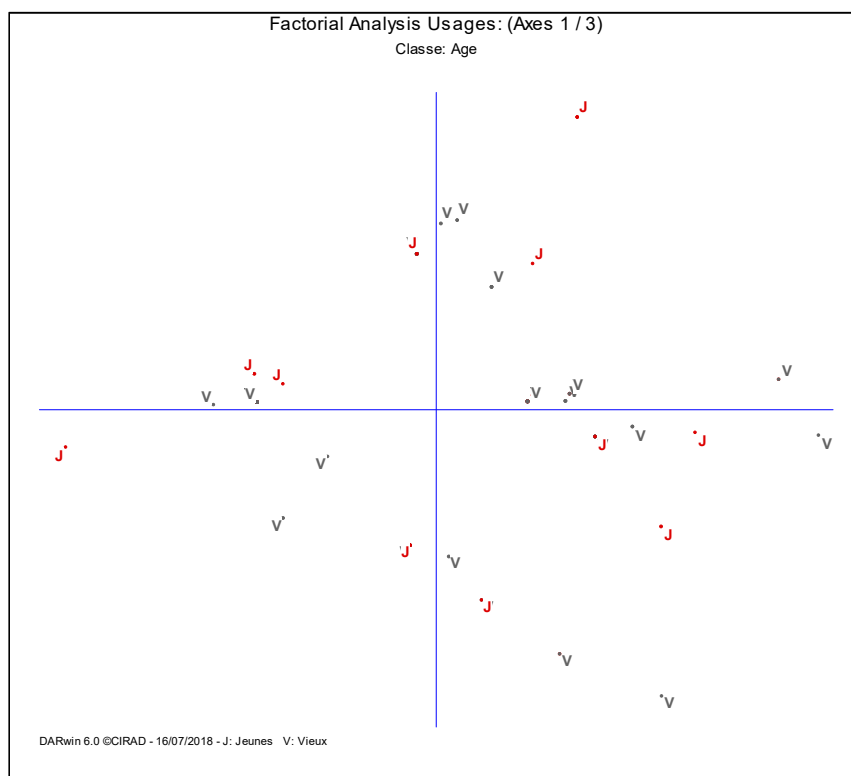


Figure 65. Analyse factorielle des usages des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé selon l'âge (J : ≤ 50 ans ; V : > 50 ans), tous villages confondus.

Concernant l'âge, il y a une différence significative par rapport à l'usage alimentation humaine (AH) (Tableau 29). Pendant les entretiens, les personnes de plus de 50 ans ont cité une plus grande richesse d'espèces par rapport aux villageois de 50 ans ou moins.

Tableau 29. Test Kruskal-Wallis de l'usage Alimentation humaine (AH) selon l'âge.

Test de Kruskal-Wallis	AH
K (Valeur observée)	4,615
K (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	0,032
alpha	0,05
Moyenne des rangs (> 50 ans)	78
Moyenne des rangs (≤ 50 ans)	70,7

La Figure 66 montre les trois premiers axes de l'analyse factorielle (Axes 1 et 3) des ethnies (*Aymara* ; *Quechua*) basée sur la répartition des réponses par rapport aux huit usages des espèces de parents sauvages. Nous pouvons observer que chaque ethnie forme un groupe séparé de l'autre.

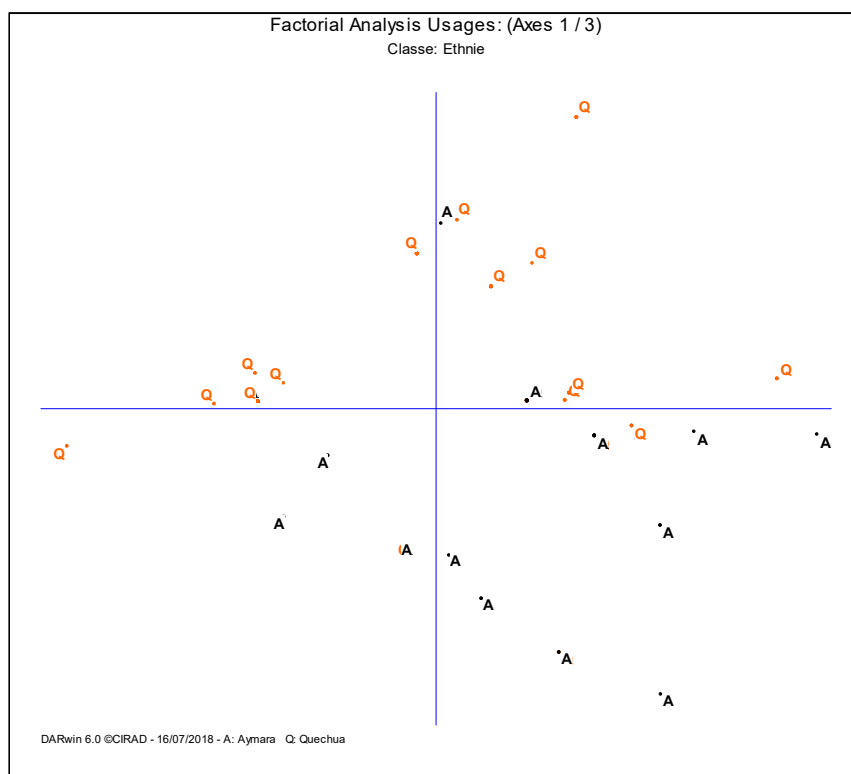


Figure 66. Analyse factorielle des usages des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé selon l'ethnie (*Aymara*, *Quechua*), tous villages confondus.

Les analyses des entretiens corroborent que le nombre moyen d'espèces citées pour certains usages diffère entre ethnie (Tableau 30). Il y a une différence significative par rapport aux usages médicament animal (MA), usage social (US) et usage environnemental (UE). Pour l'usage médicament animal, c'est l'ethnie *aymara* qui cite le plus grand nombre d'espèces de parents sauvages. Par rapport aux deux autres usages US et UE, c'est l'ethnie *quechua* qui a indiqué des savoirs sur un plus grand nombre d'espèces.

Tableau 30. Test Kruskal-Wallis des usages médicament pour animaux (MA), usage social (US) et usage environnemental (UE) selon les ethnies *aymara* (A) et *quechua* (Q).

Test de Kruskal-Wallis	MA	US	UE
K (Valeur observée)	5,429	17,935	10,007
K (Valeur critique)	3,841	3,841	3,841
DDL	1	1	1
p-value (unilatérale)	0,020	< 0,0001	0,002
alpha	0,05	0,05	0,05
Moyenne des rangs (A)	81	62,5	69,5
Moyenne des rangs (Q)	70	88,5	81,5

Nous avons ensuite cherché à savoir s'il existe une association entre les réponses des personnes interviewées par classe (ethnie, âge et genre) et les usages cités des espèces de parents sauvages (Tableau 31). Il existe un degré d'association entre trois usages et l'ethnie et entre un usage et l'âge et le genre. Les usages impliqués sont alimentation humaine (AH), médicament pour animaux (MA), usage social (US) et usage environnemental (UE). Ces résultats confirment ce qui a été observé précédemment avec les analyses factorielles et le Test de Kruskal Wallis.

Tableau 31. Analyse du degré d'association entre les réponses de nombre de personnes interviewées par rapport aux usages des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé et à la classe d'étude.

Usage	Ethnie		Age		Genre	
	Khi ²	P-value	Khi ²	P-value	Khi ²	P-value
Alimentation humaine	0,883	0,347	4,646	0,031*	0,186	0,666
Alimentation animale	0,429	0,513	0,936	0,333	0,264	0,607
Médicament humain	0,207	0,649	0,926	0,336	0,926	0,336
Médicament pour animaux	5,465	0,019*	2,035	0,154	5,479	0,019*
Usage social	18,056	< 0,0001***	0,275	0,600	1,516	0,218
Usage environnemental	10,075	0,002**	0,647	0,421	0,854	0,355
Carburant	1,007	0,316	1,954	0,162	0,653	0,419
Toxique nocif	0,340	0,560	1,577	0,209	0,046	0,830
*: significativité au seuil de 5 % (p-value < 0,05)						
**: significativité au seuil de 1 % (p-value < 0,01)						
*** : significativité au seuil de 0,01 % (p-value < 0,0001)						

5.2.4. Relations entre connaissance d'usages et reconnaissance des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé

Les espèces les plus utilisées (selon l'addition du nombre d'usages cités par personne), sont *C. hircinum* Schrad. (234 réponses), *C. petiolare* Kunth (233 réponses) et *C. pallidicaule* Aellen (213 réponses) (Figure 67).

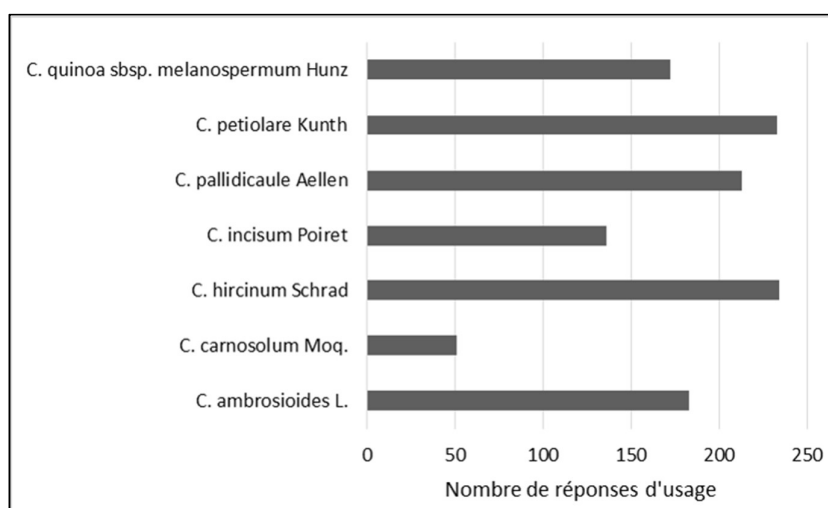


Figure 67. Nombre de réponses d'usages de chaque espèce de parent sauvage du quinoa cultivé, tous villages confondus.

Pour toutes les espèces, la plupart des villageois ont cité un usage, mais certaines espèces comme *C. petiolare* Kunth et *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. sont davantage citées pour plusieurs usages (Tableau 32). Pour la première espèce, les interviewés ont cité principalement deux usages et plus, et pour la seconde, trois usages et plus. Les espèces qui présentent le maximum d'usages, avec cinq usages cités par personne, sont *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. (deux personnes), *C. hircinum* Schrad. (deux personnes) et *C. pallidicaule* Aellen (une personne).

Afin d'expliquer la relation entre le nombre d'espèces identifiées et le nombre d'usages connus par personne interviewée, nous avons appliqué le coefficient de détermination R^2 aux trois variables d'étude : l'ethnie (Q ; A) ; le genre (F ; M) et l'âge

(J : ≤ 50 ; V : > 50 ans). Le nombre d'usages correspond ici au total des usages cités par personne en général (indépendamment de l'espèce et du nombre d'espèces).

Tableau 32. Nombre d'usages cités par espèce de parent sauvage du quinoa cultivé et par personne interviewée (en % de réponses).

Espèce	Nombre d'usages cités (% de réponses)					Total (%)
	1	2	3	4	5	
<i>C. quinoa</i> ssp. <i>melanospermum</i> Hunz.	20	23	32	22	3	100
<i>C. carnosolum</i> Moq.	52	21	28	0	0	100
<i>C. petiolare</i> Kunth	30	31	24	14	0	100
<i>C. hircinum</i> Schrad.	38	23	25	12	2	100
<i>C. ambrosioides</i> L	60	29	8	3	0	100
<i>C. pallidicaule</i> Aellen	43	35	15	6	1	100
<i>C. incisum</i> Poiret	60	37	2	1	0	100

Les résultats montrent (Figure 68) qu'il existe une faible corrélation aussi bien pour l'ethnie *aymara* (A, $R^2 = 0,4102$) que *quechua* (Q, $R^2 = 0,3528$). Une plus grande reconnaissance des espèces de parents sauvages ne signifie pas nécessairement une meilleure connaissance de leurs usages possibles.

Si on observe la diversité d'usages de chaque espèce de parent sauvage avec le test de Kruskal-Wallis (Tableau 33), les résultats montrent qu'il y a une différence significative entre les deux ethnies. Les espèces pour lesquelles cette différence existe sont *C. carnosolum* Moq. (CCM) et *C. pallidicaule* Aellen (CPA). Une plus grande diversité d'usages a été citée par l'ethnie *aymara* pour *C. carnosolum* Moq. et par l'ethnie *quechua* pour *C. pallidicaule* Aellen.

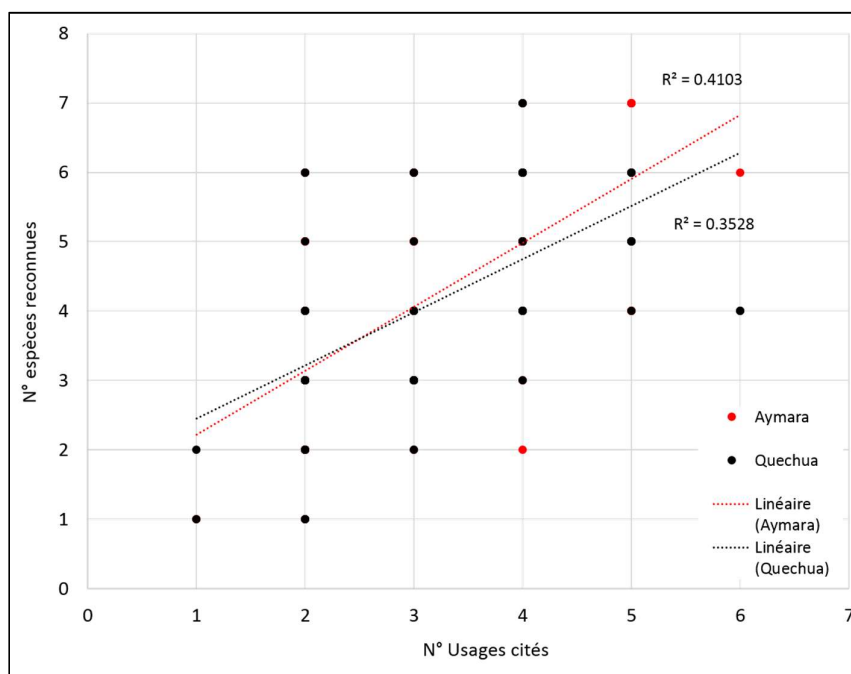


Figure 68. Relation entre le nombre d'espèces de parents sauvages du quinoa cultivé et le nombre d'usages cités selon l'ethnie (*Aymara*, *Quechua*).

Tableau 33. Test Kruskal-Wallis des espèces *C. carnosolum* Moq. (CCM) et *C. pallidicaule* Aellen (CPA) selon l'ethnie (*Aymara*, *Quechua*).

Test de Kruskal-Wallis	CCM	CPA
K (Valeur observée)	15,329	11,763
K (Valeur critique)	3,841	3,841
DDL	1	1
p-value (unilatérale)	< 0,0001	0,001
alpha	0,05	0,05
Moyenne des rangs (A)	85	66,5
Moyenne des rangs (Q)	66	84,5

Si on continue l'analyse générale avec le coefficient de détermination R^2 pour la variable de genre (Figure 69), le résultat est aussi faible dans les deux cas (Féminin : $R^2 = 0,3757$; Masculin : $R^2 = 0,3838$). Encore une fois, pour les femmes et les hommes, une plus grande reconnaissance des espèces ne signifie pas une meilleure connaissance de leurs usages.

Dans l'analyse spécifique sur la diversité d'usages de chaque espèce selon le genre, les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre femmes et hommes

sur aucune espèce étudiée. Cela veut dire que les deux genres présentent une même diversité de savoirs sur les usages pour chaque espèce.

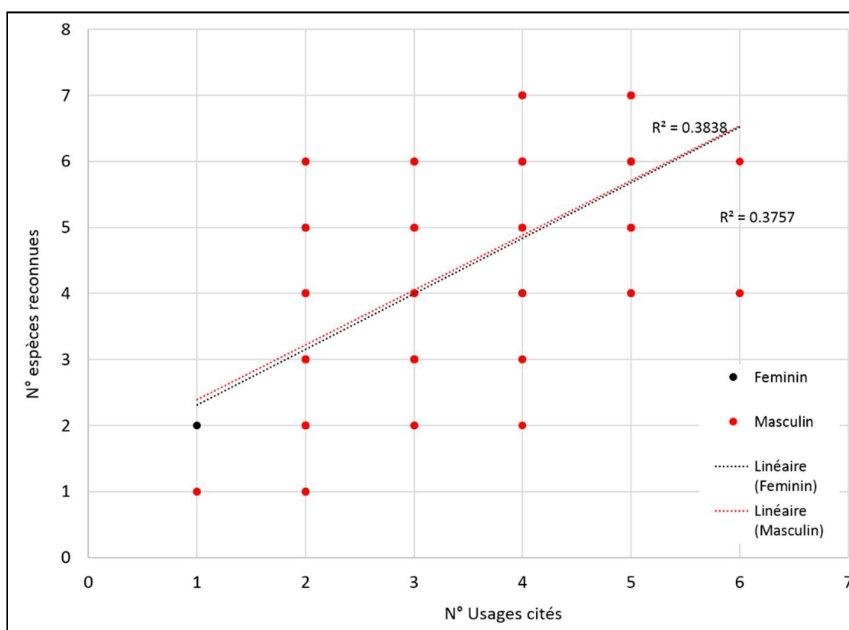


Figure 69. Relation entre le nombre d'espèces de parents sauvages du quinoa cultivé et le nombre d'usages selon le genre.

En ce qui concerne la variable âge (Figure 70), il existe encore une faible corrélation pour le groupe de 50 ans ou moins (J, $R^2 = 0,4613$) et le groupe de plus de 50 ans (V, $R^2 = 0,3489$). Comme nous l'avons observé pour l'ethnie et le genre, une plus grande reconnaissance des espèces ne signifie pas nécessairement une meilleure connaissance de leurs usages.

Dans l'analyse spécifique de la variable âge sur la diversité d'usages de chaque espèce, les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les personnes de 50 ans ou moins et les personnes de plus de 50 ans pour aucune des sept espèces étudiées. Autrement dit, les deux groupes d'âge présentent une diversité de savoirs sur les usages des espèces similaire pour chaque espèce.

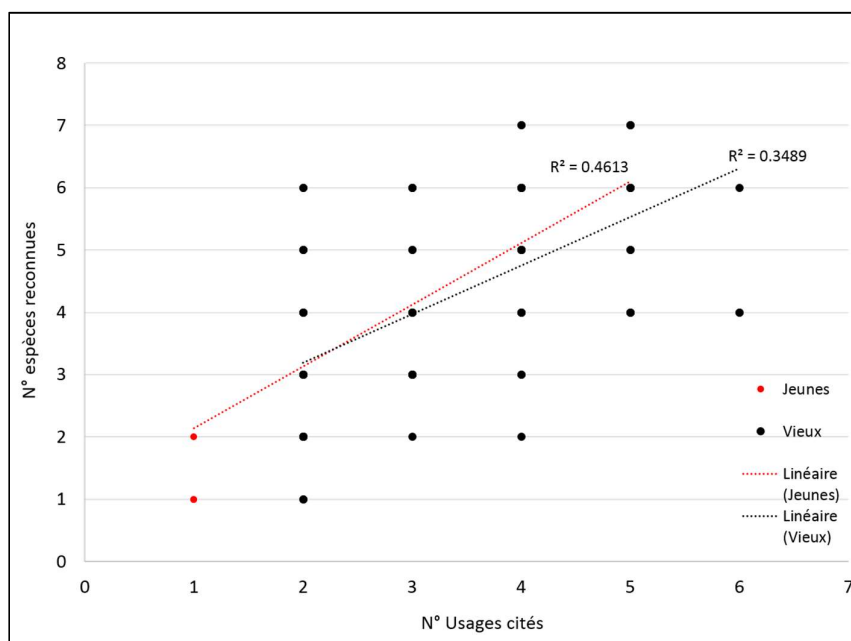


Figure 70. Relation entre le nombre d'espèces de parents sauvages du quinoa cultivé et le nombre d'usages cités selon l'âge (J \leq 50 ans ; V > 50 ans).

5.2.5. Spécifications sur les usages de chaque espèce de parent sauvage du quinoa cultivé

Dans cette section, nous allons maintenant spécifier les usages par espèce.

5.2.5.1. Les usages partagés des espèces mères : *C. hircinum* Schrad., *C. petiolare* Kunth, *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. et *C. pallidicaule* Aellen

Dans la cosmovision andine, comme nous l'avons détaillée dans la Partie 2, les *espèces mères* sont encore aujourd'hui considérées comme les *crianzas* (cultures) des *gentiles* (anciens habitants de l'Altiplano). Ces *espèces mères* sont soigneusement gérées dans les *chacras* (parcelles cultivées) par les agriculteurs. Les villageois attribuent aux *crianzas* des *gentiles* des propriétés de protection, curatives et nutritives. Par exemple, protéger du gel une *plante mère* qui a poussé dans la *chacra* des hommes contribue à protéger aussi à toutes ses « *filles* » du mauvais temps (agriculteur à Urani).

Une partie des *espèces mères* qui poussent à l'intérieur de la *chacra* est coupée en vert pour nourrir le bétail, principalement les porcs. Les animaux peuvent aussi manger les plantes poussant à proximité des maisons, sur les prairies et les espaces définis comme des pâturages. Les agriculteurs disent que les *Apu* (l'âme des collines) sèment ces *espèces mères* spécialement pour nourrir le bétail des hommes (agriculteur à Huancho).

Les plantes qui ne sont pas consommées en vert continuent leur développement et sèchent sur pied. Certains animaux, comme les moutons, mangent la *mama cañihua* sèche. Les tiges séchées d'*ayara* sont trop dures pour nourrir le bétail (ovins et bovins), mais exceptionnellement les villageois les broient en période de pénurie de fourrages. Cependant, l'utilisation principale des tiges de *mama cañihua* et des *ayaras* reste la fabrication de *llujta*, aussi appelé *tokra o llipta* par les interviewés (Figure 71).

La *llujta* est une pâte grise faite avec les cendres des tiges brûlées d'*ayara* ou de *mama cañihua* (mais aussi avec les *cañihua* et quinoa cultivés) et mélangé avec de l'eau. Parfois, pour améliorer le goût de la *llujta*, les villageois ajoutent aussi des herbes aromatiques ou du sucre. Cette pâte grise est utilisée pour « *chacchar* », c'est-à-dire mâcher les feuilles de coca (autres expressions : *pijchaer* ou *coquear*). Pour améliorer les effets bénéfiques souhaités de la coca, il est nécessaire d'ajouter un composant alcalin au moment de *chacchar*. Donc, la *llujta* est utilisée comme substitut du bicarbonate de sodium pour favoriser l'absorption des principes actifs des feuilles de coca. Les villageois ont l'habitude de *chacchar* pour : (a) se donner de l'énergie en faisant une activité physique intense (effet de réduction de la fatigue); (b) améliorer leur humeur (remède psychologique); (c) accroître la vigueur sexuelle; (d) diminuer les maux de dents, soulager les plaies buccales douloureuses et aussi pour aider à la guérison des lésions buccales; (e) résister au froid; (f) diminuer le ressenti de faim et de soif; (g) mieux supporter l'altitude; (h) passer un moment de plaisir et de rencontre entre amis (*on a l'habitude de chacchar tout le temps, il y a toujours une bonne raison pour le faire*, interviewé à Urani).



Figure 71. Llujta à Ilave.

Pour soigner les fractures des personnes ou des animaux, les grains d'*ayara* ou de *mama cañihua* (*C. pallidicaule* Aellen non cultivée) sont broyés et mélangés avec de la bile de bœuf, des feuilles de *ch'akhataya* (plante médicinale) ou des pois chiches broyés, de la graisse de lama, de l'encens et un peu de sel. Ces ingrédients peuvent varier selon la disponibilité des ressources ; à Urani du sang du chien serait aussi utilisé, et à Huanchu du sang de serpent. Il faut faire chauffer le tout dans un récipient. Le mélange s'applique sous forme de cataplasme sur la zone à soigner. Pour consolider une fracture, il faut ensuite appliquer une pâte de la farine d'*ayara* ou de *mama cañihua*, avec un peu de sel et de la *ch'akhataya* cuite. La pâte va sécher comme un plâtre. La pâte de ces *espèces mères* est également bonne pour réduire l'inflammation de la peau ainsi que le mal de dos. Elle doit être appliquée directement sur les parties du corps qui ont été affectées pour en recevoir les bénéfices.

Les grains d'*ayaras* et de *mama cañihua* sont récoltés et stockés dans les maisons. Déposer une poignée de ces grains sur le fond des sacs où sont stockés les grains de quinoa ou de *cañihua* cultivés permet de conserver la production plus longtemps (protection contre l'humidité, les insectes et les larves). Ces grains représentent l'abondance pour qu'il n'y ait jamais un manque de quinoa ou de *cañihua* à la maison. Ainsi, la présence des *espèces mères* à l'intérieur des sacs aidera aussi à conserver le potentiel germinatif des grains cultivés pour assurer une bonne production lors de la prochaine session agricole. Certaines personnes stockent les grains de quinoa avec les

grains d'*ayara*, et les grains de *cañihua* cultivée avec la *mama cañihua* pour la consommation familiale et celle des poules (Figure 72).

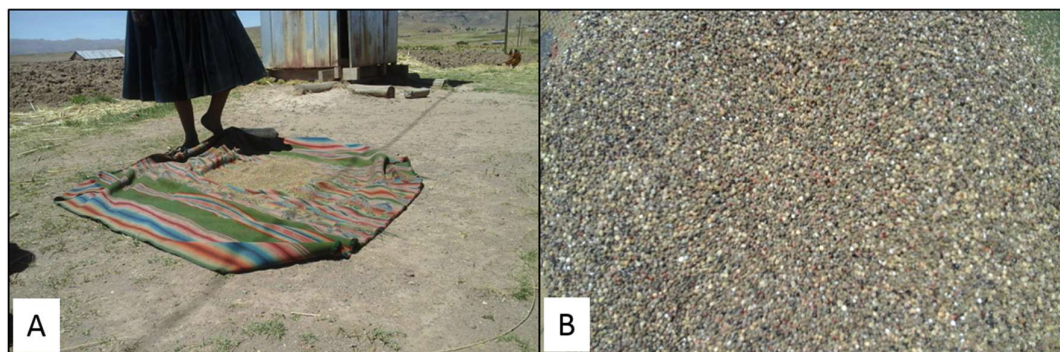


Figure 72. (A) Agricultrice à Vizallani enlevant les pellicules des grains de quinoa et ayara ; (B) Grains de quinoa et ayara mélangés prêts à être lavés pour la consommation familiale.

Les grains des *espèces mères* symbolisent l'abondance. Pendant la fête rituelle de *San Juan* (fête de nouvelle année andine, célébrée le 24 juin), certaines familles pratiquent la fête de l'élevage du bétail. A cette date, chaque famille décore son bétail avec des fleurs et les « arrose » avec des grains d'*ayara*, *mama cañihua* ou une autre *espèce mère*. Pendant cet acte rituel, la famille demande à son bétail de se reproduire en abondance et de continuer à donner des engrais organiques pour les *chacras*. « Chaque année il y a moins de personnes qui fêtent ici le bétail, les gens oublient ça (...). Nous, nous le faisons chaque année. On n'oublie pas que sans le bétail les chacras ne vont pas vouloir produire. (...) Ce jour-là, à l'aube, on vient et on leur donne des feuilles de coca, parce que les animaux aiment aussi chacchar. Après, je pose les grains d'*ayara* sur eux (...) on utilise l'*ayara* parce que c'est la meilleure nourriture et parce qu'il résiste à la grêle. (...) je les remercie pour tout ce qu'ils ont fait pour nous l'année dernière et je leur demande de se reproduire normalement encore une fois (...). Si nous ne remercions pas les animaux, ils se sentent tristes jusqu'à ce qu'ils tombent malades, et notre bétail peut mourir ou disparaître » (récit d'un agriculteur à Huancho).

La farine d'*ayara* ou de *mama cañihua* se prépare avec la *kona* (Figure 73). Cet instrument, composé de deux parties, est en pierre taillée. La *kona* est encore l'outil principal pour obtenir des farines d'*ayara* ou de *mama cañihua*, à la différence de la production de farine du quinoa ou de *cañihua* cultivée. En fait, les familles préfèrent

moudre les grains des *espèces mères* au fur et à mesure de leur besoin pour conserver leurs propriétés médicinales et sacrées. Par contre, dans le cas du quinoa et de la *cañihua* cultivée, les villageois amènent les grains en grandes quantités vers des moulins (le prix est considéré raisonnable par les villageois interviewés). Les principales raisons sont que les farines des espèces cultivées sont consommées à une plus grande fréquence que les *espèces mères*. Amener ces grains aux moulins leur permet gagner un temps précieux.



Figure 73. Agriculteur à Puno préparant de la farine avec une *kona*.

A la fête de Tous les Saints, célébrée le premier et deuxième jour de novembre pour vénérer les vivants et les morts, les personnes préparent des aliments comme offrande pour les décédés de leur famille. Comme les *espèces mères* représentent l'abondance dans les Andes, les personnes ont l'habitude de préparer des aliments à base d'*ayara* ou *mama cañihua* pour les offrir aux ancêtres. « Si le désir que nos défunts aient une vie meilleure reste présent pour les vivants (...) alors à partir de là-bas (où les défunts se trouvent) ils nous aident, (...) et nos récoltes continueront à être prospères et il n'y aura pas de manque d'ingrédients pour préparer ce que nos grands-parents aimaient » (récit d'une villageoise à Huancho).

Ces *espèces mères* permettent de soigner « le mal du vent ». C'est un mal qui affecte les personnes quand un « vent malin » rentre dans le corps et provoque son ouverture. Ceci l'expose à l'invasion de substances étrangères. Les mesures de prévention et de traitement qui vont essayer de fermer et d'assurer le corps humain utilisent des plantes curatives amères. Il est dit que la saveur « très amère » alarme et expulse le démon envahisseur. Le *mal du vent* est une maladie qui peut causer le décès si elle n'est pas

détectée rapidement. Cette affection propre à l'Altiplano ne peut être traitée que par la personne la plus âgée de la famille ou un chaman, puisque la médecine allopathique n'arrive pas à la diagnostiquer ni à la reconnaître comme une maladie. Cette maladie est causée par les mauvais vents (*wayra*) ou par le passage dans certains lieux solitaires et interdits (comme les tombes des anciens). Il existe différents *wayras* : le *wayra* du mauvais vent qui génère des déformations du visage ; le *wayra* du nouveau-né, il vient d'un fœtus avorté ou d'un nouveau-né qui meurt, le vent du nouveau-né prend les femmes parce qu'il veut retourner dans l'utérus pour renaître ; le *wayra* du gentil, ou *wayra* du mort, qui provient des panthéons préhispaniques ou des tombes de momies ou d'enterrements anciens, cela produit des *grains* sur tout le corps. De même, le vent peut venir des tombes des morts de la communauté, celui-ci provoque des vertiges. Ces maladies peuvent être évitées en effectuant des rituels dans les endroits où se trouve le vent. Un des rituels actuels consiste à conserver les plantes des *espèces mères* qui poussent en ces endroits « *parce que les gentiles récoltent l'ayara et l'iswilla [C. pallidicaule Aellen, plante sauvage] pour les stocker dans les pirwas [mot quechua qui signifie stockage des aliments]* » (récit d'une agricultrice à Huataquita).

Les *espèces mères* aident aussi à guérir le « *mal de la peur* » (perte de l'âme ou de l'autre soi). La personne peut avoir peur de n'importe quoi, surtout si elle est inquiète ou malade à ce moment-là. Quand la personne a peur, elle crie et perd son âme. « *L'âme sort par la bouche (...) c'est pour cela qu'il faut fermer la bouche des morts, comme ça on évite que l'âme ne revienne dans le corps* » (récit d'une femme à Yuraccachi). Les personnes tombent malades quelques jours après l'expérience de la peur. Quand la peur est légère, la mère de la personne concernée peut la guérir, mais quand la peur est forte, seul un chaman peut la guérir. Pour guérir de la peur, le traitement est fondamentalement rituel. Il faut aller à l'endroit où la personne a expérimenté la peur avec une clochette pour appeler l'âme qui a quitté le corps. Trois personnes appellent l'âme, l'une d'entre elles peut être la mère de la personne malade. Le paiement à la terre est essentiel pour réussir l'union de l'âme avec le corps du malade. Dans ce paiement à la terre, qui peut varier selon la personne qui le fait, des semences des *espèces mères* sont utilisées. « *Pour la traiter, il faut se diriger là où la personne a eu peur et offrir des graines d'une espèce mère comme l'ayara, mais l'iswilla est bon aussi. Mais avant de donner les grains, il faut appeler trois fois l'âme qui est partie. Comme cela, les « gentiles » savent que nous*

sommes en train de proposer un échange pour la personne qui est malade » (récit d'une agricultrice à Huataquita).

Dans la culture andine, il existe des actes rituels par lesquels un hommage est livré à une divinité (paiement à la terre). L'hommage est donné en échange d'une demande de service ou en rétribution d'un service reçu. En général, les demandes de services sont associées à la protection, à la sécurité personnelle, pour retrouver la santé et la reproduction (fertilité). Dans l'exploitation minière, ce rite de paiement à la terre est obligatoire. *« Lorsqu'on creuse et extrait une partie du produit de la Mère Terre sans faire le paiement correspondant, c'est la même chose que de voler ou de prendre une partie de son être, sans son consentement »* (récit d'un villageois à Urani).

Dans la cosmovision andine, la terre demande de la nourriture en échange de ses produits. La meilleure façon de payer est d'offrir des feuilles de coca, du maïs, de la *chicha d'ayara* (boisson fermentée faite avec des grains cuits d'*ayara*), des graines des espèces mères, entre autres produits. *« A chaque fois, avant de descendre dans la mine, chacun d'entre nous laisse une poignée d'ayara sur l'autel qu'on a mis à l'entrée (de la mine). A ce moment-là, on demande la permission et la protection de la Mère Terre et de l'Apu [l'Apu est la divinité qui habite dans la colline où se trouve la mine] (...). Si on ne fait pas le paiement à l'Apu, il sera en colère et il se fera payer avec notre vie »* (récit d'un villageois à Vizallani). Le meilleur jour pour offrir l'offrande à la terre est le 1^{er} août, considéré comme *« le jour où le ventre fécond de la Mère Terre s'ouvre pour recevoir les offrandes, comme une mère qui tend les mains pour embrasser son enfant »* (récit d'un villageois à Vizallani).

5.2.5.2. Les usages spécifiques des *ayaras* (ou espèces mères) : *C. hircinum* Schrad., *C. petiolare* Kunth et *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz.

Une partie des *ayaras* qui poussent à l'intérieur de la *chacra* est séparée pour la consommation familiale. Les agriculteurs attendent les mois de décembre à janvier pour récupérer les feuilles de ces plantes. Les feuilles vertes des *ayaras* sont appelés *chiwa* ou *yuyo*. La *chiwa* est un légume qui se mange cuit dans la préparation de différents plats. Elle peut être aussi un médicament. L'infusion de *chiwa* dans l'eau chaude aide pour l'inflammation des reins, de la vessie, de l'urètre et de la prostate. La soupe accompagnée

d'ulluco ou papalisa (plante herbacée des Andes dont les feuilles et tubercules sont comestibles) augmente la production de lait maternel.

L'autre partie des *ayaras* restées dans la *chacra* vont produire des grains qui servent de nourriture aux oiseaux sauvages. Les *ayaras* dans les parcelles cultivées sont récoltées quand elles sont mûres et sèches, et la tige est coupée à la base afin que les racines restent pour nourrir le sol. Les tiges séchées peuvent être utilisées comme bois de cuisson à la maison et pour les *huatias* (four en terre construit pour cuire les pommes de terre dans le sol) en plein champ.

En ce qui concerne la gastronomie, ces grains sont préparés seuls ou avec ceux du quinoa cultivé pour confectionner divers plats, comme la soupe au lait (*p'eske*), les grains salés ou sucrés (*pizarra*), les grains cuits dans des omelettes de légumes (*torrejas*), les grains grillés et moulus, puis cuits en ajoutant de l'eau et du sel (*phiri*), ou comme des ravioles noirs de farine d'*ayara* préparés avec du beurre et de l'eau, puis cuits à la vapeur (*quispiño* ou *k'ispiño*). « Autrefois, la *chiwa* était consommée avec de la farine d'*ayara*. Pour enlever le goût amer, les grains étaient rôtis et ensuite frottés, parce que le goût amer reste sur les pellicules. Une fois le grain sans sa pellicule, il était moulu et préparé pour l'alimentation » (récit d'un agriculteur à Yuraccachi).

La farine d'*ayara* s'appelle *acallapu* et s'utilise pour préparer des miniatures d'animaux et des objets rituels (*quispiño* d'*ayara*) (Figure 74). Ces miniatures sont présentes dans des rituels funéraires et pendant la célébration de Tous les Saints. Dans des localités isolées, encore aujourd'hui pendant les rites funéraires, les *quispiño* d'*ayara* sont préparés et donnés à la famille en deuil. La tradition est de donner des aliments qui peuvent aider à calmer la tristesse, dont les feuilles de coca et l'*ayara* sont considérées comme médicament pour améliorer l'état animique.



Figure 74. *Quispiños d'ayara* pour la célébration de Tous les Saints (Photo de Condori, 2013).

Encore aujourd'hui, pour un nombre réduit de villageois, l'eau utilisée pour laver les graines *d'ayara* et de quinoa (processus qui permet d'enlever la saponine des graines avant la consommation humaine et animale) est récupérée pour laver les vêtements. « *C'est mieux que le détergent des lessives (...) malheureusement il ne lave bien que les vêtements que nous avons l'habitude de faire (...) les vêtements que nous achetons maintenant ne se nettoient pas bien avec cette eau* » (Agricultrice à Huataquita).

Certaines personnes stockent les grains *d'ayara* séparément du quinoa cultivé, à des fins médicinales, sociales et rituelles. Les propriétés médicinales suivantes sont citées :

- l'augmentation de la sudation. Il faut cuire cinq cuillères *d'ayara* dans deux bouteilles d'eau. La même préparation avec du miel est un médicament contre les affections des bronches, le catarrhe, la toux et l'inflammation des amygdales ;
- le contrôle du mal hépatique, et les affections de la prostate. Il faut faire cuire des grains *d'ayara* pour préparer un jus avec de *chiri chiri* (plante médicinale) et *isaño noir* (tubercule andin) ;
- manger des *ayara* en faible quantité aide à la fortification du corps des enfants, des personnes âgées, des femmes qui ont accouché récemment et des personnes malades. « *Autrefois les gens vivaient plus longtemps parce qu'ils se nourrissaient des espèces mères* » (récit d'une agricultrice à San Juan de Dios) ;
- manger des grains *d'ayara* aide à diminuer l'inflammation de l'utérus ;
- boire un petit verre avec de l'*ayara* moulu et de l'eau aide à guérir les ulcères d'estomac.

5.2.5.3. Les usages spécifiques de *mama cañihua* ou *iswillla* : *C. pallidicaule*

Aellen non cultivée

Les plantes vertes de *mama cañihua* ou *iswillla* sont seulement utilisées par les villageois pour nourrir le bétail. Les plantes qui ont continué le processus de maturation dans la *chacra* ou ailleurs vont produire des grains sucrés qui servent de nourriture pour les pigeons et les perdrix sauvages. « *Les pigeons aiment bien l'iswillla, l'iswillla est douce et les pigeons le savent* » (récit d'une agricultrice à San Juan de Dios). Les plantes d'*iswillla* qui poussent dans les parcelles de *cañihua* cultivée sont récoltées mûres et sèches en même temps que l'espèce cultivée.

En ce qui concerne la gastronomie, ces grains sont préparés seuls ou avec ceux de *cañihua* cultivée dans divers plats. Les plats les plus populaires sont le mélange de grains bouillis dans l'eau comme du riz, les grains grillés et moulus, puis cuits en ajoutant de l'eau et de sel (*phiri*). Egalement, au petit-déjeuner, les villageois aiment manger le *jak'u* ou *cañihuaco* qui est fait avec de la farine d'*iswillla* ou de *cañihua*. Cette farine doit être battue et cuite avec du maté (plante médicinale, *Ilex paraguariensis*) ou du lait et un peu de sucre. Aussi, certains villageois utilisent cette farine pour épaissir une sauce, une crème ou une soupe. Le goût de cette farine est tellement doux qu'il ne modifie pas la saveur de l'aliment principal.

Manger de l'*iswillla* est considéré comme un médicament. En manger régulièrement peut traiter l'anémie, donner de la force à une personne convalescente, renfoncer la santé après un accouchement, ou pour tout déficit important de sang. « *Mon voisin a été opéré et il était faible, il ne quittait pas l'hôpital parce qu'il ne se rétablissait pas. Nous avons commencé à lui amener des repas à base d'iswillla et cañihua et son état s'est vite amélioré. A l'hôpital, ils ne donnent pas ces aliments aux malades, et c'est pourquoi les gens prennent beaucoup plus de temps pour s'améliorer* » (récit d'une agricultrice à Huataquita).

L'*iswillla* est elle-même est un médicament. Un peu de farine de *cañihua* avec de l'eau et du vinaigre est un médicament pour traiter la typhoïde. Manger la farine des grains de *cañihua* aide à éviter le *sorojchi* (mal des montagnes). Les éleveurs de bétail mangent cette farine avec de l'eau parce qu'elle donne de l'énergie pour effectuer de longs voyages. « *On mange parce que c'est bon pour les poumons et pour la fatigue* »

(agricultrice à Vizallani). Manger la purée de *cañihua* sans chaux est un traitement contre le cancer.

Certaines personnes affirment que l'*iswillla* peut les protéger lors de leurs voyages. Les éleveurs portent avec eux un petit sac avec une poignée de grains d'*iswillla* pour se protéger d'un accident sur la route et pour éloigner les bêtes sauvages. D'autres personnes ont l'habitude de jeter les grains d'*iswillla* et du vin dans les puits d'eau douce naturels. Pour que la grêle n'endommage pas la production de la *chacra*, les agriculteurs nourrissent la *chacra* avec du *cañihuaco* et du vin.

5.2.5.4. Les usages de *C. incisum* Poiret et *C. ambrosioides* L.

Ces espèces se distinguent entre elles non par leur utilisation, mais par leur apparence et leur représentation symbolique. *C. incisum* Poiret représente le féminin et est appelée *paicco blanche*. En revanche, *C. ambrosioides* L. représente le masculin et est appelée *paicco rouge*. Sur le terrain, les interviewés nous ont raconté que ces plantes naissent du ventre d'un mille-pattes. Ce mille-pattes mange une graine de *paicco* et son corps devient la matière qui lui donne vie. « *Le ver est grand et mince et de couleur jaune. Ces petits yeux sont comme des quinuitas [quinuitas se réfère aux grains du quinoa noir] et ses pattes se transforment en les racines du paicco* » (récit d'un chaman à Huancho).

Les savoirs sur ces espèces sont principalement liés à leurs propriétés médicinales. La décoction des feuilles et des racines aide à lutter contre les douleurs d'estomac, la diarrhée, la gastrite et comme facilitant le transit digestif. « *La meilleure partie de la plante pour faire du thé est la racine, même si son goût est amer. Je coupe la racine en morceaux et je la fais bouillir dans l'eau. Cela me donne trois ou quatre tasses à boire chaudes doucement* » (agricultrice à Huancho). C'est aussi bon pour les coliques « *Quand les bébés ont du vent dans le ventre, on leur prépare du thé seulement avec les feuilles. Ce thé ne doit pas être fort ni amer. Il aide les bébés à faire sortir le mauvais vent de leur ventre* » (agricultrice à Urani). « *Les graines doivent être grillées et moulues. On laisse reposer cette poudre dans l'eau bouillante. Il faut boire l'infusion quand elle est encore chaude, elle est bonne pour le mal d'estomac et elle arrête la diarrhée* » (récit d'une agricultrice à Huataquita).

Le thé de ces espèces est considéré comme une boisson qui nettoie le corps. Les villageois l'utilisent pour dissoudre les calculs rénaux et pour nettoyer le sang (anémie).

Ils utilisent cette boisson pour réduire le gonflement de la prostate (diurétique) et de l'utérus (aide les crampes menstruelles). Certaines femmes à Huancho, Urani et Huataquita utilisent cette infusion comme contraceptif et, pour la même raison, il n'est pas recommandé de boire du *paicco* pendant la grossesse (espèce abortive). « *En boire trop endommage les yeux et jette les bébés (...) c'est une plante chaude qui augmente la tension artérielle* » (récit d'une femme à Huataquita).

L'infusion de ces espèces est utilisée comme un traitement efficace contre les vers intestinaux (ténia). Pour s'en débarrasser « *les feuilles sont liquéfiées avec du sucre et de la maca [tubercule des Andes]. Il faut le boire tôt le matin et répéter deux heures plus tard. Au total, il faudra en boire un litre. (...) La personne expulse ensuite le ver entier. Le ver doit être expulsé entier, sinon pendant la nuit le ver remontera jusqu'à la gorge et étouffera le porteur* » (récit d'un agriculteur à Urani). Ce traitement est aussi efficace pour les animaux. « *On ne le donne qu'aux petites bêtes, âgées de deux mois au maximum. On mélange l'infusion de paicco avec du lait et après on le fait boire* » (récit d'un berger à Huataquita).

Ces espèces sont également utilisées comme médicament à usage externe. L'infusion des feuilles crues ou cuites, ainsi que le jus des feuilles écrasées, sont utilisés pour nettoyer les abcès, les infections cutanées et les plaies (antiseptique). La pâte faite avec les feuilles écrasées aide aussi à lutter contre les inflammations, « *cette plante est bonne pour les varices. Je prépare l'infusion de paicco pour me laver les varices avec* » (récit d'une agricultrice à Huataquita), l'arthrite et la cicatrisation des plaies. « *Pour une plaie, les feuilles sont écrasées avec la tige. Cette pâte est posée sur la plaie pour faire coaguler le sang. Du sel et des feuilles de tabac peuvent également être ajoutés à cette pâte. Elle sert à guérir, cette pâte est désinfectante* » (récit d'un chaman à Huancho).

Manger ces plantes est aussi bon pour bénéficier de leurs propriétés médicinales. La salade de *paicco* au citron aide à prévenir l'hépatite. En plus, l'utilisation de ses feuilles moulues et les graines comme assaisonnement (remplace le piment) dans les repas renforce également l'organisme pour prévenir les rhumes (utilisation à Urani et Huataquita). Ces espèces sont aussi utilisées comme fourrage : « *les animaux peuvent aussi en manger, mais ce n'est pas leur aliment préféré parce que ces plantes ont une forte odeur. (...) Les moutons le mangent quand elles sont vertes et quand il n'y a pas d'herbe* » (récit d'un berger à Huataquita).

Une autre utilisation identifiée est environnementale. « *On laisse pousser le paicco dans la chacra parce qu'il fertilise le sol, et également que la muña [plante aromatique andine]* » (agriculteur à Huancho). « *On utilise le paicco pour faire du biol [engrais foliaire]. Une seule plante de paicco, muña ou rocoto [piment] est suffisante. On met des engrais de notre bétail, du paicco, de la farine de poisson (...) dépend de ce qu'on a à ce moment-là (...) dans une grande fontaine de plastique sur terre. Et on le laisse fermenter trois ou quatre mois. Eh bien, ça l'est. (...). On utilise le paicco parce que c'est une plante amère. Les ingénieurs [elle fait référence à une formation faite au village par l'INIA et par l'Ong CEDER] nous ont dit que la plante à ajouter doit être amère, parce qu'elle combat les insectes* » (récit d'une agricultrice à San Juan de Dios).

5.2.5.5. Les usages de *C. carnosolum* Moq. (*choca chiwa*)

C. carnosolum Moq., connue sous le nom de *choca chiwa*, est utilisée comme médicament et alimentation animale. Cette espèce est considérée comme une plante froide. En tant que médicament, elle aide à lutter contre les maux de tête et la fièvre. « *Nous faisons du thé avec la racine de la plante. Avec cette boisson nous nous mouillons la tête, ce qui nous aide à ne pas avoir mal à la tête lorsque nous travaillons à la chacra sous le soleil* » (récit d'un agriculteur à Yuraccachi). « *Pour guérir la fièvre, nous broyons la plante et nous la mettons sur la nuque ou sur la poitrine. Quand cette pâte est sèche on la change pour une nouvelle pâte fraîche. C'est comme cela qu'on enlève la fièvre* » (récit d'un agriculteur à Yuraccachi).

Les propriétés médicinales de cette espèce sont également utilisées chez les animaux. « *La choca chiwa est aussi bonne pour le mauvais œil du bétail. Pour faire baisser la fièvre on cherche la choca chiwa et on frotte la tête des bêtes avec ces feuilles* » (récit d'un agriculteur à Yuraccachi).

Etant considérée comme une plante froide, elle est utilisée contre le gonflement qui produit le *mauvais vent*. « *La choca chiwa aide contre le mauvais vent des gentiles. Parfois, les gentiles t'attrapent sur le champ et ta peau se gonfle. Alors, une pâte doit être faite à partir des graines de la plante et la placer sur les parties affectées du corps. Cela aide le pus à sortir des plaies* » (récit d'un agriculteur à Yuraccachi).

Lorsque la plante est verte, elle devient un aliment pour le bétail, principalement pour les moutons, lamas et vaches. « *On trouve la choca chiwa qu'en temps de pluie. Elle*

pousse en abondance près de la rivière ou là où se trouve le marais. C'est par là qu'on emmène les animaux manger » (récit d'un agriculteur à San Juan de Dios).

Les feuilles de cette plante aident aussi à la conservation de certains aliments. « *Pour préserver le fromage que nous fabriquons, nous le recouvrons avec des feuilles de choca chiwa* » (récit d'un agriculteur à Yuraccachi).

5.2.6. Phénologie des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé

Les entretiens et l'observation participante nous ont permis d'élaborer un schéma du cycle de la culture de quinoa et des cycles de ses sept espèces de parents sauvages présentes sur l'Altiplano de Puno (Figure 75).

L'étalement de la saison des semis permet de limiter le risque climatique. La saison de semis printanière s'étend de septembre à janvier. Cette période étalée sur cinq mois permet à un agriculteur d'avoir des champs à différents degrés de maturité, de sorte que si une sécheresse ou un gel survient à un moment critique du développement d'une culture, un autre champ peut être moins affecté, parce qu'il a été attaqué à un stade moins décisif.

En raison de la tradition et de la pratique au regard du climat, septembre est le premier mois de semis. L'observation de la météorologie et la lecture de signes confirment cette coutume — nous définissons les signes comme un élément matériel ou empirique qui représente une réalité immatérielle ou spirituelle et qui la rend présente, réelle et active (van Kessel et Enríquez, 2015). L'agriculteur andin doit tenir compte de plusieurs facteurs pour planifier la campagne agricole. Certains facteurs sont fixes et d'autres variables. Les facteurs fixes sont la diversification de ses ressources, et les facteurs variables comme le climat doivent être examinés à travers les signes prédictifs.

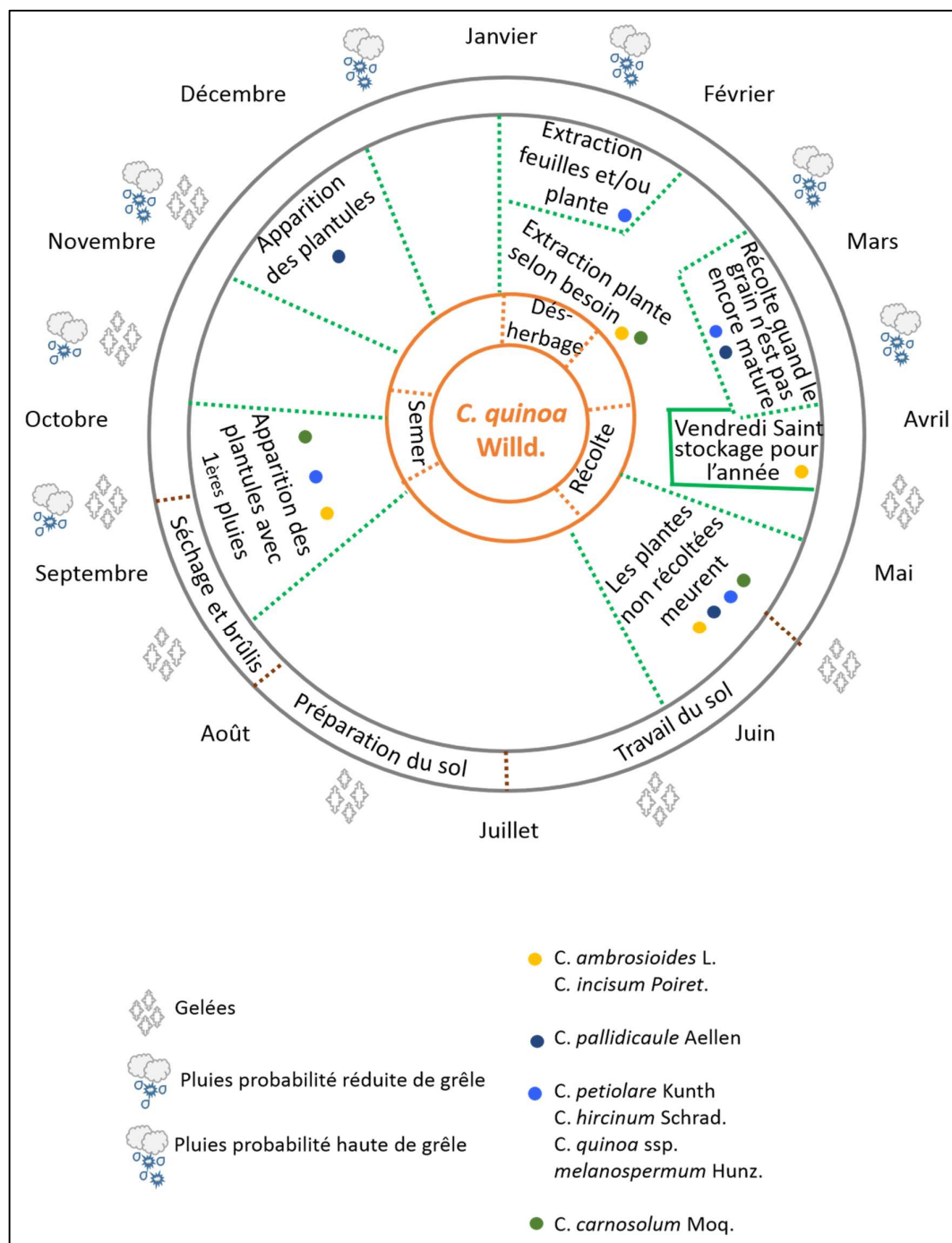


Figure 75. Calendrier phénologique du quinoa cultivé (*C. quinoa* Willd.) et de ses sept espèces de parents sauvages sur l'Altiplano de Puno.

L'agriculteur doit tenir compte de ces multiples choix et ressources disponibles pour assurer le succès de la campagne. Il faut choisir les lieux d'ensemencement (humides, secs, plats, en pente, abrités, etc.) et les périodes les plus favorables à l'ensemencement (avancée, précoce, moyenne ou tardive). Sur ce point, les parents sauvages du quinoa jouent un rôle significatif. Le moment et les endroits où les *espèces mères* du quinoa cultivé poussent sont considérés comme des signes pour le choix des variétés de quinoa à semer (selon les mieux adaptées au climat attendu).

Si les villageois prévoient une forte gelée, ils vont choisir des semences plus résistantes au gel. Dans le cas d'une prévision d'année humide, les variétés choisies seront celles qui se défendront mieux contre les ravageurs liés à l'humidité. « *Dans les Andes, nous sommes tous des êtres vivants, c'est pourquoi nous devons être attentifs aux signes que la nature nous donne et savoir comment la comprendre. (...) Nous devons parler aux dieux avec respect et les traiter avec bienséance. Les dieux sont bons mais capricieux et nous devons leur demander quels sont leurs désirs et leurs envies pour planifier ensemble le travail de la chacra* » (récit du chef de cérémonies à Urani, avant d'accomplir un rituel pour demander de la pluie aux dieux).

« *L'ayara pousse toujours avant que le quinoa. Quand nous voyons qu'un ayara sort, cela signifie que nous devons semer le quinoa* » (récit d'une agricultrice à Huataquita). « *La choca chiwa pousse avec les premières pluies. Si nous voyons qu'il est abondant, c'est parce que ce sera une année pluvieuse. Cette plante ne vit que lorsqu'il y a de l'eau. (...) Si elle ne pousse pas abondamment, c'est parce que l'année sera sèche. (...). Si elle commence à devenir sèche et à disparaître, c'est parce que le gel s'approche* » (récit d'un agriculteur à Yuruccacchi).

Pour toutes les saisons, les villageois identifient les dates probables de gel avec les jours dédiés à certains Saints. Pour le mois de septembre, les dates de gel les plus probables sont : le 04, jour de *Saint Gregorio* ; le 10, jour de *Saint Nicolas de Tolentino* ; le 18, jour de *Saint Tomas de Villanueva* ; le 24, jour de *Nuestra Señora de las Mercedes*.

Après septembre, le ciel reste clair, le soleil et les pluies occasionnelles d'octobre et de novembre apportent les jours les plus agréables de l'année. Selon les agriculteurs, octobre et novembre sont les mois où les cultures poussent bien parce que la possibilité de gel diminue. « *A ce moment-là, les cultures doivent être affirmées, pour cette raison il*

est nécessaire de savoir quand semer. Si le gel attrape les petits [plantules], il les brûlera et la récolte sera perdue » (récit d'une agricultrice à San Juan de Dios).

Les précipitations augmentent fortement en décembre et janvier. Les gelées sont peu probables pendant l'été altiplanique. C'est la période de désherbage des parcelles de quinoa et de *cañihua* cultivés. Les herbes arrachées sont lavées dans la source d'eau la plus proche, puis sont emmenées dans les maisons pour servir de nourriture au bétail. « *Si nous voyons que le quinoa pousse bien, alors quand nous faisons le désherbage nous profitons d'enlever des ayaras et des plantes de quinoa pour manger leurs tiges et leurs feuilles. Seulement quand elles sont vertes nous pouvons en manger. Si nous ne les enlevons pas à temps, elles deviennent dures et les animaux ne peuvent plus les manger. (...) Nous pouvons emmener ces plantes pour nourrir le bétail aussi, comme un complément »* (récit d'un agriculteur à San Juan de Dios). « *Je travaille habituellement pour des voisins qui cultivent le quinoa (...). Quand le désherbage est terminé, je prends un ensemble d'ayaras et autres plantes, et je les attache. Puis je les amène chez moi et je le donne à mes animaux. Même les moutons les mangent »* (récit d'un agriculteur à Huataquita).

Les espèces aromatiques et médicinales (*C. ambrosioides* L., *C. incisum* Poir et *C. carnosolum* Moq.) poussent aussi avec les premières pluies de septembre. Leur extraction dépend des besoins de chaque personne selon le moment. « *Quand on a besoin d'un médicament, je sors chercher la plante. Mais pour prendre la plante et qu'elle soit un bon remède, il faut voir que c'est le bon moment. Par exemple, si j'ai mal à l'estomac, j'irai chercher du paicco, mais si le paicco n'est pas dans un bon moment, je rentrerai chez moi avec de la muña. Les deux sont un remède pour l'estomac »* (récit d'une femme à Urani). « *Ici, toutes les plantes sont des remèdes. Il n'est pas nécessaire de garder dans les maisons ces plantes. Quand on est malade, on va chercher. Tout au long de l'année nous avons un remède. Nous avons juste besoin de savoir de quelle plante nous avons besoin pour nous soigner »* (récit du chaman à Huancho).

Février est un mois nuageux, de pluie et de grêle. C'est aussi un mois de célébration. Le travail dans les champs est terminé jusqu'à la récolte. Les festivités de la *Virgen de la Candelaria* et du *Carnaval* remplissent le mois. En mars, le ciel s'éclaircit et la possibilité de gel augmente à nouveau. Les cultures mûrissent. La récolte commence en avril. « *On récolte l'ayara séparément du quinoa. L'idéal est de récolter l'ayara quand elle n'est pas*

encore mûre. Pendant le mois de mars elle est déjà mûre, elle mûrit avant le quinoa. Lorsqu'elle est mûre, ses grains tombent très facilement » (agriculteur à Yuraccachi). « Lorsque nous récoltons le quinoa, nous devons séparer l'ayara, afin que les grains ne soient pas mélangés. Je n'utilise pas l'ayara. Je garde les ayaras parce que je sais qu'il y a des gens qui viennent toujours demander si ici il y a de l'ayara. Ils s'intéressent à leurs grains. On ne vend pas l'ayara. Les chamans viennent, ici nous n'avons plus de chaman, mais ils viennent de loin pour trouver différents variétés. Ceux qui travaillent dans la mine récupèrent aussi les ayaras, ils ne peuvent plus cultiver et viennent donc chercher ici » (récit d'une productrice de quinoa à Huataquita). « En mars l'iswilla est déjà mûre et peut être ramassée. Bien qu'il n'en reste pas beaucoup parce que les animaux la mangent quand elle est verte. L'iswilla qui pousse dans la chacra, je la ramasse avec la cañihua. Leurs grains sont doux à manger » (récit d'une agricultrice à Vizallani).

Le Vendredi Saint (célébré à la fin mars ou début avril) est un jour où les villageois sortent pour ramasser des plantes médicinales. C'est un jour où les plantes sont bénies et donc ont un plus grand pouvoir de guérison que le reste de l'année. *« Je sors tôt le matin pour ramasser les plantes. Il faut le faire avant l'aube. Puis je vais à l'église et je demande au prêtre de bénir mes plantes. Puis je retourne à la maison et nous déjeunons tous ensemble »* (récit d'une agricultrice à San Juan de Dios). *« Vers cinq heure du matin, je sors de la maison pour aller à la colline pour ramasser des plantes. (...) je ramasse aussi du paicco. Ces plantes devraient être recueillies de dos au soleil et en train de demander la bénédiction aux dieux. Puis, je retourne à la maison avec les plantes et je les prépare pour les faire sécher à l'ombre. Il faut sécher lentement les plantes pour que leurs propriétés médicinales soient préservées »* (récit d'une femme à Huataquita).

Les plantes des espèces de parents sauvages qui restent sur le sol sèchent avec l'arrivée des gelées au cours des mois d'avril et mai. Le cycle agricole recommence alors, avec le travail du sol. Les agriculteurs viennent dans les *chacras* qui n'ont pas été cultivées l'année précédente pour labourer les terres.

5.3. Modélisation chorématique

5.3.1. Le paysage andin et les emplacements des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé : étape préalable issue des cartes participatives et des entretiens

5.3.1.1. Aperçu général

L'utilisation des terres dans le bassin du lac Titicaca se caractérise par de longues périodes de repos. Dans ces parcelles, poussent des plantes sauvages, dont les sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé. Les parcelles en jachère sont aussi des zones de pâturage pour le bétail. Les villageois emmènent leur bétail paître dans ces espaces, et les excréments des animaux participent au maintien de la fertilité des sols.

Dans chaque village, les agriculteurs déclarent avoir cultivé des terres dans un rayon de moins de 2 km autour de leur maison (Figure 76). Les personnes qui cultivent la terre à des distances supérieures à 2 km sont peu nombreuses. En théorie, la rotation des cultures dans les Andes devrait correspondre à une alternance de quatre années de repos et de quatre années de culture. Cependant, dans les entretiens réalisés, bien que le système de rotation des cultures soit effectivement mis en œuvre, chaque famille détermine la séquence des cultures en fonction de la spécificité de chaque *chacra*. L'appréciation de la *chacra* par l'agriculteur est généralement fondée sur son expérience personnelle. Un autre facteur déterminant est la disponibilité de ressources (grenier) de la famille au moment de la planification de la campagne agricole.

Selon les récits des villageois, les parcelles situées dans des microclimats plus protégés par le gel (dans des zones abritées) sont celles qui sont cultivées le plus fréquemment. Afin d'éviter la culture des terres en plaine, plus sensibles au gel, les agriculteurs sèment traditionnellement sur les pentes des montagnes (versants des collines). Pour s'assurer que leurs cultures ne soient pas emportées par l'érosion des sols, ils utilisent des terrasses qui servent en même temps de murs de soutènement pour le sol. Le principal problème des agriculteurs est le maintien difficile de la fertilité des sols des parcelles en terrasses. Cela motive les familles à risquer ces cultures sur les terres de plaine. Une perception du passé, entretenue par certains habitants, est que les parcelles en terrasses abandonnées ou

devenues inutiles sont la preuve de l'existence d'une population plus importante dans le passé (Figure 77).



Figure 76. Ensemble de maisons avec des parcelles à proximité, à Yuraccachi.

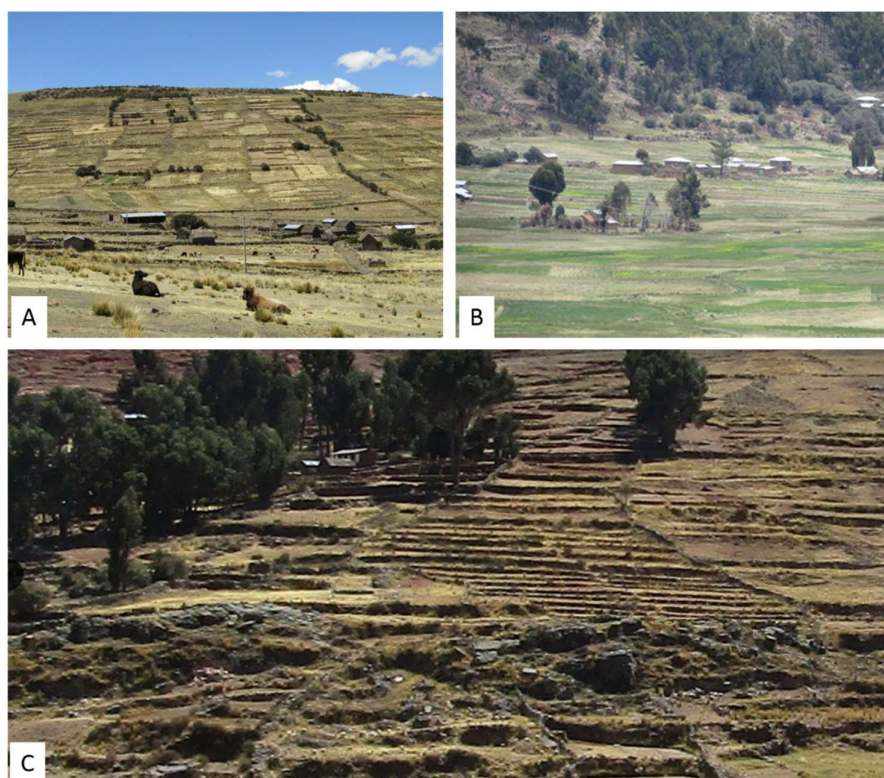


Figure 77. Différentes localisations des parcelles dans un agroécosystème andin. **A** : Parcelles en pente à Yuraccachi ; **B** : Parcelles en plaine à Huancho ; **C** : Parcelles en terrasses à Urani.

Les principales activités des villageois sont les déplacements, l'agriculture et le pastoralisme. Ils passent beaucoup de temps à se déplacer d'un endroit à un autre. Entre la maison et la *chacra*, entre les différentes *chacras*, le pâturage et d'autres activités au sein du village. Ils se déplacent aussi dans d'autres villages ou villes proches.

5.3.1.2. La présence des espèces mères dans le paysage andin : *C. petiolare* Kunth, *C. hircinum* Schrad., *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. et *C. pallidicaule* Aellen

La représentation synthétique dans un dessin paysager du village andin a été élaborée à partir des cartes à dire d'acteurs et des entretiens. Elle permet de situer les emplacements génériques des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé. La Figure 78 situe les quatre espèces dites *mères*.

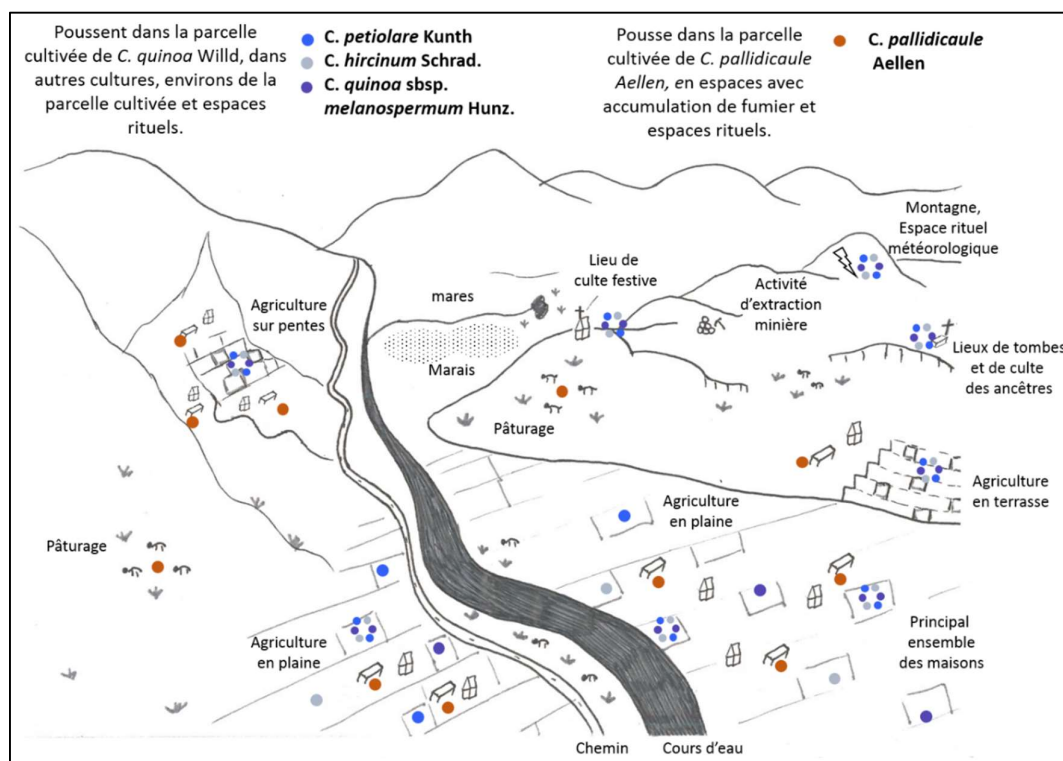


Figure 78. Présence des espèces *C. petiolare* Kunth, *C. hircinum* Schrad., *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz. et *C. pallidicaule* Aellen dans l'agroécosystème andin. Représentation générique d'un village : dessin de synthèse établi à partir des cartes à dire d'acteurs et des entretiens.

Généralement, la collecte de combustible pour la cuisson est réalisée pendant la surveillance des pâturages. Le combustible utilisé dans les villages est composé de petites branches, de plantes ligneuses, incluant les tiges dures et sèches du quinoa, des *ayaras* (*C. petiolare* Kunth, *C. hircinum* Schrad., *C. quinoa* spp. *melanospermum* Hunz.) et d'*iswillla* (*C. pallidicaule* Aellen non cultivée), et de bouse. Pour les familles interviewées, le fumier est une source d'énergie essentielle. La collecte de branches et de plantes ligneuses permet de réserver de la bouse des enclos pour fertiliser le sol et augmenter le rendement des cultures.

La collecte de combustible a lieu toute l'année, avec un pic en mars et avril. Les villageois accumulent près de leurs maisons des monticules de branches et de plantes ligneuses. Les tiges dures et sèches du quinoa, d'*ayara* et d'*iswillla* ne sont pas un aliment que le bétail aime, et sont donc aussi utilisées comme combustible. Au moment de la récolte, les agriculteurs forment des gerbes avec les plantes coupées au champ. Cette technique consiste à faire sécher les plantes à l'extérieur et les protéger des pluies. Les graines d'*ayara* et d'*iswillla* qui tombent pendant ce processus restent dans le sol et germeront aux prochaines pluies.

Une fois les branches séchées, les agriculteurs font le battage du quinoa, d'*ayara* et d'*iswillla* (si les espèces mères les intéressent). Les tiges sans les grains sont amenées à proximité des maisons. S'il reste des grains d'*iswillla* attachés aux tiges, il suffit d'un peu d'humidité pour qu'ils germent. Ces tiges ont une combustion rapide et forte. Les cendres de ce combustible sont également considérées comme un engrais. Certains agriculteurs le conservent et l'étalent sur leurs cultures entre les mois de janvier et février.

L'*ayara*, tout comme l'*iswillla*, « pousse sur des parcelles cultivées, ça a toujours été comme ça. Elle apparaît seule. Parfois on la laisse pousser, mais parfois on l'enlève. S'il y a beaucoup d'*ayara* il faut l'enlever, sinon il y a des dégâts sur la récolte de quinoa » (récit d'un agriculteur à Huancho). « [En se référant à l'*ayara*] Apparaît non seulement dans la culture du quinoa, mais aussi dans d'autres cultures et dans tout type de sol » (récit d'un agriculteur à Vizallani). « L'*iswillla* pousse à l'intérieur de la chacra. Ses grains sont également noirs et son goût est un peu amer, on le lave et on le mange » (récit d'une agricultrice à Yuraccachi).

Ces espèces poussent aussi dans les lieux funéraires de tombes et de culte des ancêtres, sur des espaces de rituel météorologique et de culte festif. Une agricultrice nous explique,

en faisant référence à un ancien cimetière : « *C'est là-bas que mama quinoa pousse bien. On ne l'enlève pas, elle ne pousse pas pour nous. On la laisse pousser* » (récit d'une agricultrice à Huataquita). Un autre récit fait référence aux espaces de rituel météorologique : « *Sur la colline elle pousse parfois (...) Je le vois quand on y va pour demander de la pluie (...) Nous y apportons des offrandes pour les dieux. (...) Oui, si nous avons de l'ayara ou de l'iswilla [en se référant aux graines] on les amène comme offrande* » (récit d'un agriculteur à Urani).

L'iswilla pousse surtout à l'ombre et là où le fumier s'accumule. « *Sur la colline, il pousse là où se trouvent les maisons abandonnées (...). La mama canihua aime ces endroits pour pousser. Elle pousse aussi où le bétail dort, elle pousse sur le fumier des animaux* » (récit d'une agricultrice à Yuraccachi). « *Il y en a sur la colline où j'emmène mon bétail pour paître. Sur cette colline, il y a une grotte où l'on peut entendre l'eau passer. Les grands-parents disaient que la grotte est une ancienne mine. A l'entrée de la grotte pousse l'iswilla, et l'ayara y pousse aussi* » (récit d'une agricultrice à Huacho).

5.3.1.3. La présence des espèces dites aromatiques dans le paysage andin :

***C. ambrosioides* L., *C. incisum* Poir et *C. carnosolum* Moq.**

Le dessin synthétique paysager de la Figure 79 illustre les places génériques dans l'agroécosystème andin des trois espèces dites aromatiques.

Même si l'élevage reste secondaire par rapport à l'agriculture dans les six villages étudiés, cette activité demande beaucoup d'attention au quotidien. Chaque jour, tous les animaux doivent avoir de l'eau et du fourrage sec ou de l'herbe fraîche. Pendant l'été, les pâturages sont pauvres et épuisés, c'est pourquoi les agriculteurs adoptent la stratégie d'extraire, à la main, les herbes des *chacras*. « *Parfois elle pousse à l'intérieur de la chacra. On l'arrache comme une herbe. Si elle reste dans la chacra, elle ne fait pas mal, mais on l'enlève quand même et on le donne aux moutons pendant qu'elle est verte* [en se référant au paicco] » (récit d'une agricultrice à Vizallani). « *Si, je la connais. La choca chiwa [*C. carnosolum* Moq.] pousse sur les bordures des enclos et sur les bords des maisons. Elle pousse seulement en temps de pluie. Rapidement les animaux le mangent* » (Récit d'un agriculteur à Yuraccachi).

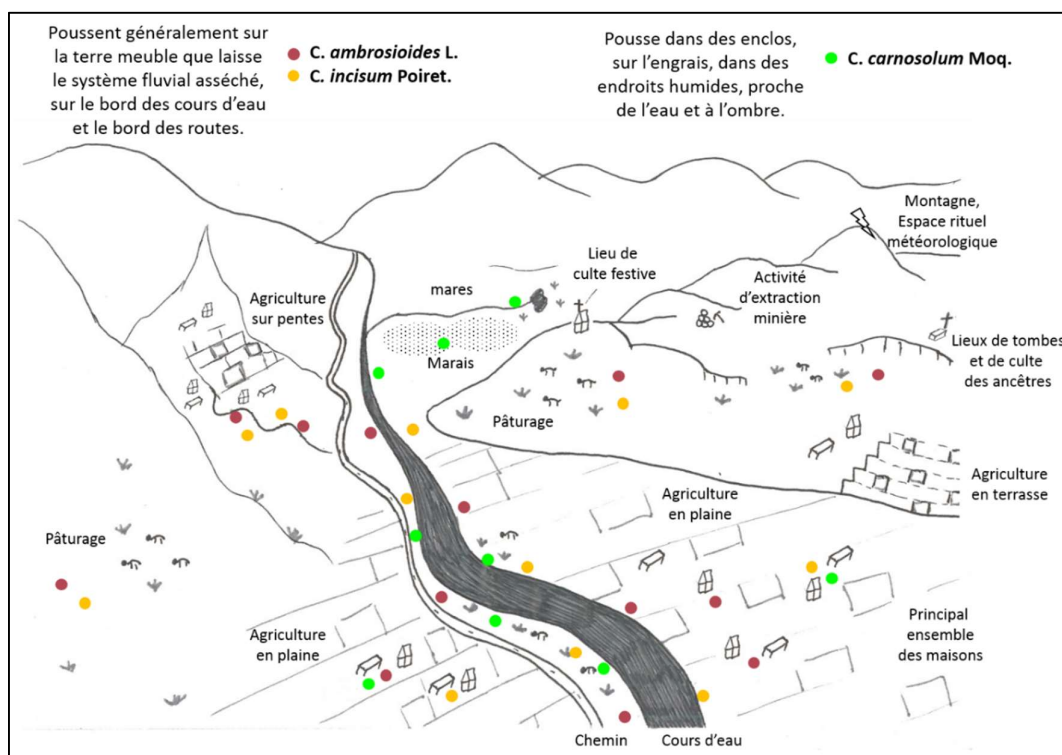


Figure 79. Présence des espèces *C. ambrosioides* L., *C. incisum* Poir. et *C. carnosolum* Moq. dans l'agroécosystème andin. Représentation générique d'un village : dessin de synthèse établi à partir des cartes à dire d'acteurs et des entretiens.

Le pâturage des animaux est le travail qui prend le plus de temps. Chaque jour, les villageois passent des heures à emmener les animaux au pâturage, à les accompagner, à les tenir éloignés des cultures et à les ramener dans leurs enclos la nuit. En dehors du fourrage à base d'orge ou d'avoine pendant l'hiver (qui remplace les pâturages), les moutons, les vaches et les alpagas vont paître toute l'année. « *Quand décembre apparaît, j'emmène les animaux manger au bord de la rivière et il y a la choca chiwa* (Figure 80). *C'est doux à manger, le bétail l'aime bien* » (récit d'un éleveur à San Juan de Dios). « *Cette plante pousse sur la colline, où le sol est rouge. Les animaux la mangent parfois. Elle a pourtant une odeur que les animaux n'aiment pas. Lorsqu'ils la mangent, après le paicco [*C. ambrosioides* L., *C. incisum* Poir.] pousse sur les déjections que le bétail laisse sur la colline, même si c'est sur des pierres* » (récit d'un agriculteur à Urani).

Les longs trajets que les agriculteurs et les bergers effectuent quotidiennement leur permettent d'acquérir une forte connaissance des plantes. « *Le paicco ne pousse pas seul, il est toujours accompagné des autres plantes, elles poussent toutes ensemble. (...)*

Maintenant que la route existe, c'est là-bas que pousse le paicco aussi. La terre se détache avec la pluie et c'est bon pour que le paicco puisse pousser. (...) On n'utilise pas ce paicco. Ce paicco est contaminé par des voitures qui passent. (...) Si la racine reste dans le sol, le paicco repousse l'année suivante » (récit du chaman à Huancho).

Pendant la semaine du Carnaval, toutes les familles se consacrent à une cérémonie très importante : porter la croix de la *chacra*. La croix chrétienne est l'un des symboles mobilisés pour la protection des différentes cultures andines. La croix est placée sur un espace sacré élevé (colline) et proche des *chacras*. L'emplacement doit permettre à la croix de surveiller toutes les *chacras*, de façon à les protéger du gel, de la grêle et d'autres dommages au moment de la floraison et de la fructification des cultures. Le dimanche du Carnaval, toutes les familles des villages, chargées de leurs croix, viennent à l'église la plus proche (certaines églises sont partagées entre villages). Si les villages sont très isolés, un prêtre vient à l'endroit où la croix est placée pour diriger la messe. Après la messe, les familles décorent la croix avec des plantes sauvages. Le *paicco* est une des espèces choisies pour décorer la croix. Avec une procession dans le village, accompagnée de musique et de danse, les villageois effraient les esprits et nettoient le chemin de tout mal. Ce rituel se termine lorsque le chef de cérémonie place une offrande pour la Mère Terre avec l'objectif de la nourrir et de lui donner de la force. Dans cette offrande, les graines d'*ayara* et d'*iswilla* sont présentes. Réciproquement, la Mère Terre donnera aux Hommes de la nourriture et de la force à travers une récolte.



Figure 80. Pâturage en zone inondée à San Juan de Dios.

5.3.2. La représentation chorématique du milieu andin

5.3.2.1. L'usage du milieu andin par les six villages étudiés avant et après

1970 : chorème des structures physiques et des différents usages du sol

Le premier chorème élaboré est une représentation physique caractérisant les six villages (Figure 81 ; Figure 82). La Figure 81 est préliminaire et montre la correspondance entre le milieu dans sa réalité visuelle (photographies) et la représentation chorématique.

Les usages du sol (parcelle cultivée de quinoa et/ou d'autres cultures, jachère, plantations, etc.) sont ajoutés pour montrer comment l'évolution de la culture du quinoa sur le marché international modifie les dynamiques socio-spatiales. En méthodologie (Partie 4), nous avons en effet expliqué l'évolution de ces dernières décennies au Pérou, avec pour année charnière l'année 1970. « *En 1970 la communauté de Vizallani a été fondée, c'était un des secteurs de la communauté paysanne de Ccollana-Cabana. Sous le gouvernement de Velasco la famille Casos nous attribue le terrain. Mais il y avait beaucoup de problèmes, et en 1991 la dissolution de la communauté Ccollana-Cabana consolide la création de Vizallani* » (récit de l'autorité locale à Vizallani).

L'organisation territoriale des villages est influencée par les formes d'organisation sociale. La Figure 82 en est la représentation chorématique, avec les structures physiques et les différents usages du sol avant et après 1970.

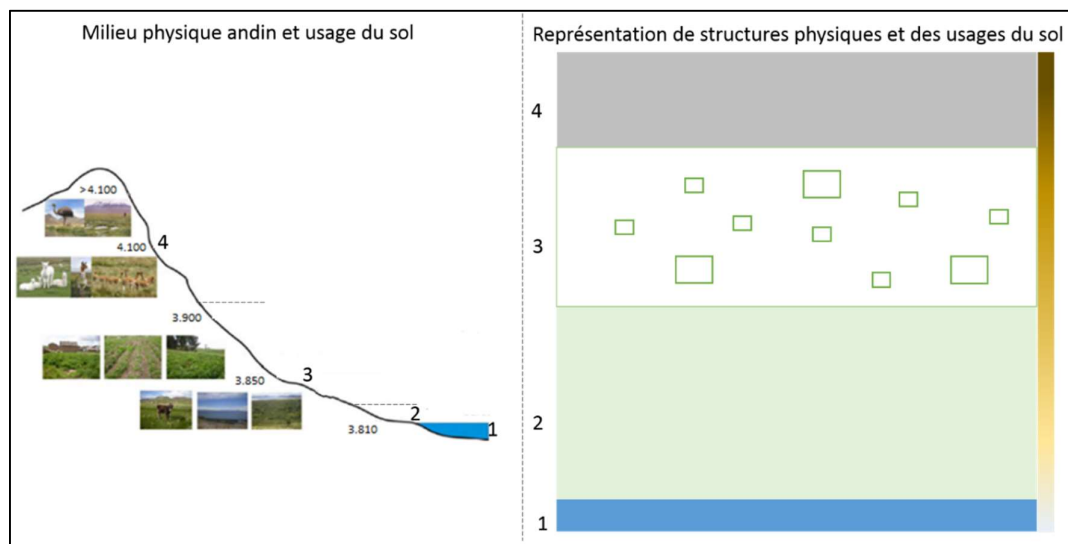


Figure 81. Correspondance explicative entre, **à gauche**, l'illustration du milieu physique, avec photographies des paysages en fonction de l'altitude (facteur majeur de différenciation des écosystèmes des Andes), et **à droite**, le chorème (ici pour avant 1970), avec les éléments physiques retenus ici : (1) Source d'eau – (2) Pâturage – (3) Culture de quinoa, autres cultures et jachère – (4) Cordillère. **La bande verticale colorée, du clair au sombre**, représente le gradient altitudinal, du niveau du lac au plus haut sommet.

Avant 1970, l'organisation territoriale des villages reflétait la planification de la production économique familiale et communale du village. Dans la partie la plus basse se trouve la source d'eau principale du village et des animaux. Les plaines correspondaient à des espaces d'utilisation collective pour le pâturage.

Dans le but d'utiliser les pentes pour l'agriculture, les villageois ont continué à utiliser la technique ancestrale des terrasses. Elle permet de minimiser le risque de gel, d'obtenir une plus grande exposition au soleil, de contrôler le drainage des eaux et d'avoir une meilleure aération du sol agricole. Les parcelles dispersées montrent l'utilisation d'une diversité des sols et de la microtopographie, qui permet une gestion diversifiée des variétés de cultures pour sécuriser la production et gérer les risques. La rotation des cultures est fortement liée aux caractéristiques écologiques de chaque parcelle, ce qui permet de maintenir la variabilité de l'agroécosystème, assurant ainsi la sécurité alimentaire à long terme. Ainsi, le système permettait aux sols de récupérer pendant de longues périodes de jachère. Ces terres en jachère étaient également utilisées comme pâturages collectifs. A ce moment-là, le système se maintenait par une intégration dynamique entre l'élevage et l'agriculture.

La cordillère représente le plus haut étage écologique de l'agroécosystème. Ce lieu était un espace de passage, un *connecteur* des villages avec leurs voisins pour l'échange de produits et un lieu de rencontre pour les bergers lors des périodes de transhumance.

Après 1970, l'investissement du gouvernement dans la connectivité routière a permis d'améliorer l'intégration des villages éloignés. La construction de routes dans ou à proximité des villages se traduit par un accès au transport public pour les villageois et d'éventuelles possibilités d'acquisition d'un moyen de déplacement motorisé pour la famille. En règle générale, selon la morphologie du territoire, l'endroit le plus pertinent pour construire la route est parallèle aux cours d'eau.

Actuellement, l'utilisation agricole des terrasses n'est plus une pratique habituelle. On peut observer cette pratique seulement dans certains endroits de l'agroécosystème, principalement dans les parties inférieures des pentes où il y a encore des cultures permanentes ou temporaires pour l'autoconsommation. Avec l'essor du marché du quinoa, les agricultures vont déplacer l'espace cultivé des pentes vers les plaines. Cette stratégie va aussi grouper les parcelles afin d'avoir une surface de production plus importante.

L'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), originaire d'Australie, est devenu un élément majeur de l'écosystème des Andes péruviennes, principalement grâce à un programme de la Réforme agraire et à son aptitude à la croissance dans ce milieu (Luzar, 2007). Le programme avait pour but de fournir ainsi aux paysans une source de combustible, de matériaux de construction et peut-être une marchandise. Les villageois ont continué des projets de plantation de ces arbres aussi afin d'éviter les glissements de terrain qui, au moment de pluies abondantes ou fréquentes, affectent l'Altiplano. Ces arbres créent aussi un microclimat.

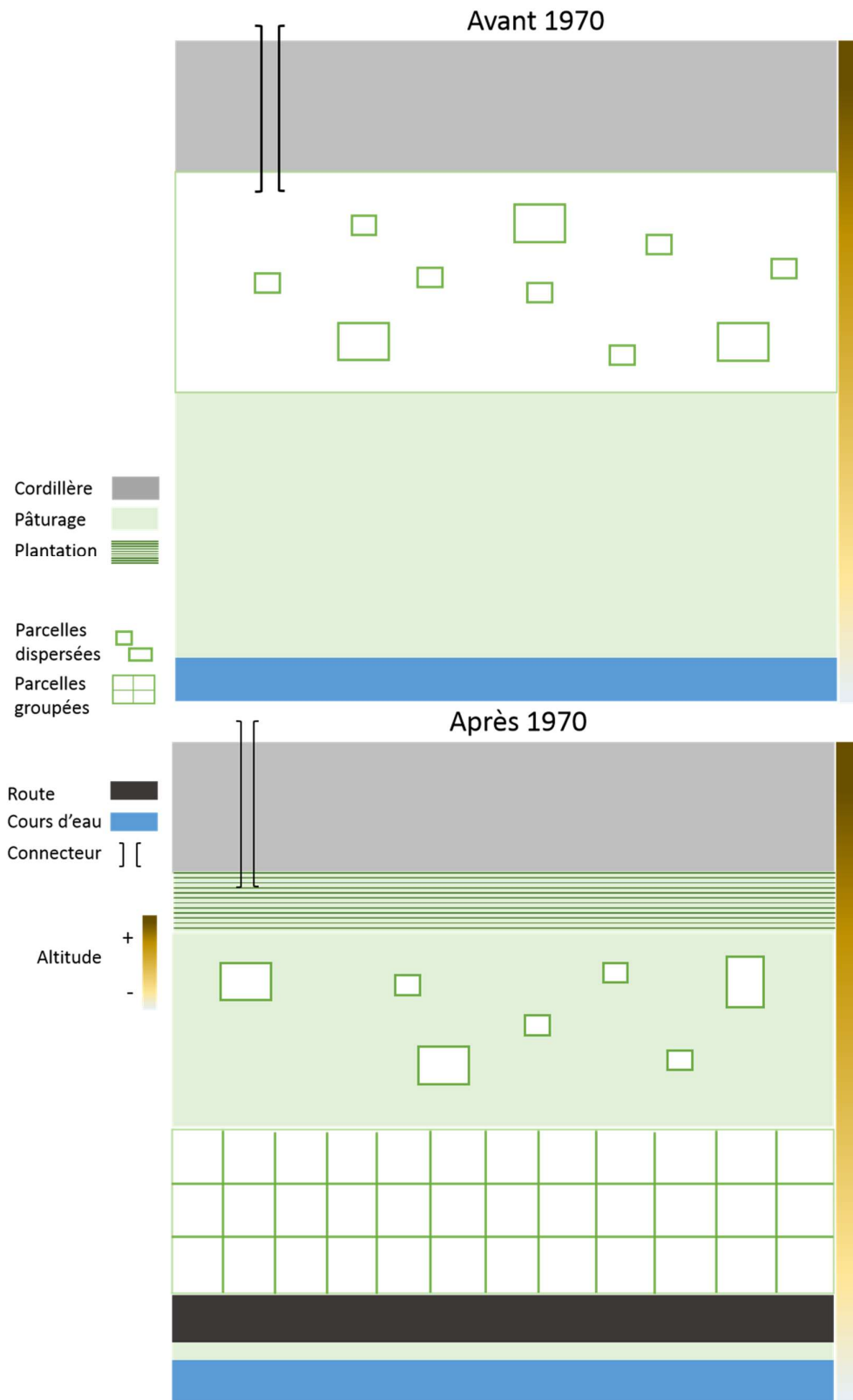


Figure 82. Représentation chorématique des structures physiques et des différents usages du sol du milieu andin : **en haut**, avant 1970 ; **en bas**, après 1970. **La bande verticale colorée, du clair au sombre,** représente le gradient altitudinal, du niveau du lac Titicaca au plus haut sommet.

5.3.2.2. Chorème des dynamiques socio-territoriales à l'œuvre avant et après 1970

La Figure 83 est la représentation chorématique des dynamiques socio-territoriales superposées aux structures physiques et aux usages des sols, dans le milieu andin avant et après 1970.

Avant 1970, l'ancien système d'utilisation des terres et de rotation des cultures permettait la distribution des ressources communautaires par l'établissement de normes et la prise de décisions dans un cadre communautaire. Ce système de production agropastorale était soutenu par une interdépendance dynamique entre les cultures et l'élevage. Cela signifie que le niveau de productivité de l'une de ces composantes affectait directement le niveau de productivité de l'autre. Le système de production était basé sur la culture traditionnelle de plusieurs variétés du quinoa et des tubercules, des céréales, en plus du fourrage pour le bétail. Les habitants élevaient aussi diverses races locales d'animaux. La zone de pâturage sur les plaines, loin des cultures, était stratégique pour permettre une libre circulation du bétail et un accès facile à la source d'approvisionnement d'eau pour les animaux. Sur la cordillère, dans les parties les plus hautes, se trouve l'espace de culte rituel et de rencontre sociale avec l'extérieur.

Après 1970, les villageois ajoutent l'exploitation de plantations d'arbres au système agropastoral. Actuellement, dans deux des six villages (Urani et Huancho), il y a des serres de pépinières d'arbres. Les plantations des espèces exotiques, comme l'eucalyptus, ont aidé à réguler les conditions d'infiltration du sol et la capacité de stockage pendant la saison des pluies, en plus de produire du bois et des excédents économiques. Par contre, la plantation conduit à une diminution des zones de pâturage, surtout avec l'augmentation progressive de cette activité vers les zones plus élevées, ainsi que dans les plaines. L'expansion des plantations d'arbres dans les zones basses est associée à la création d'espaces plus abrités. Les arbres créent des microclimats qui protègent les cultures des basses températures.

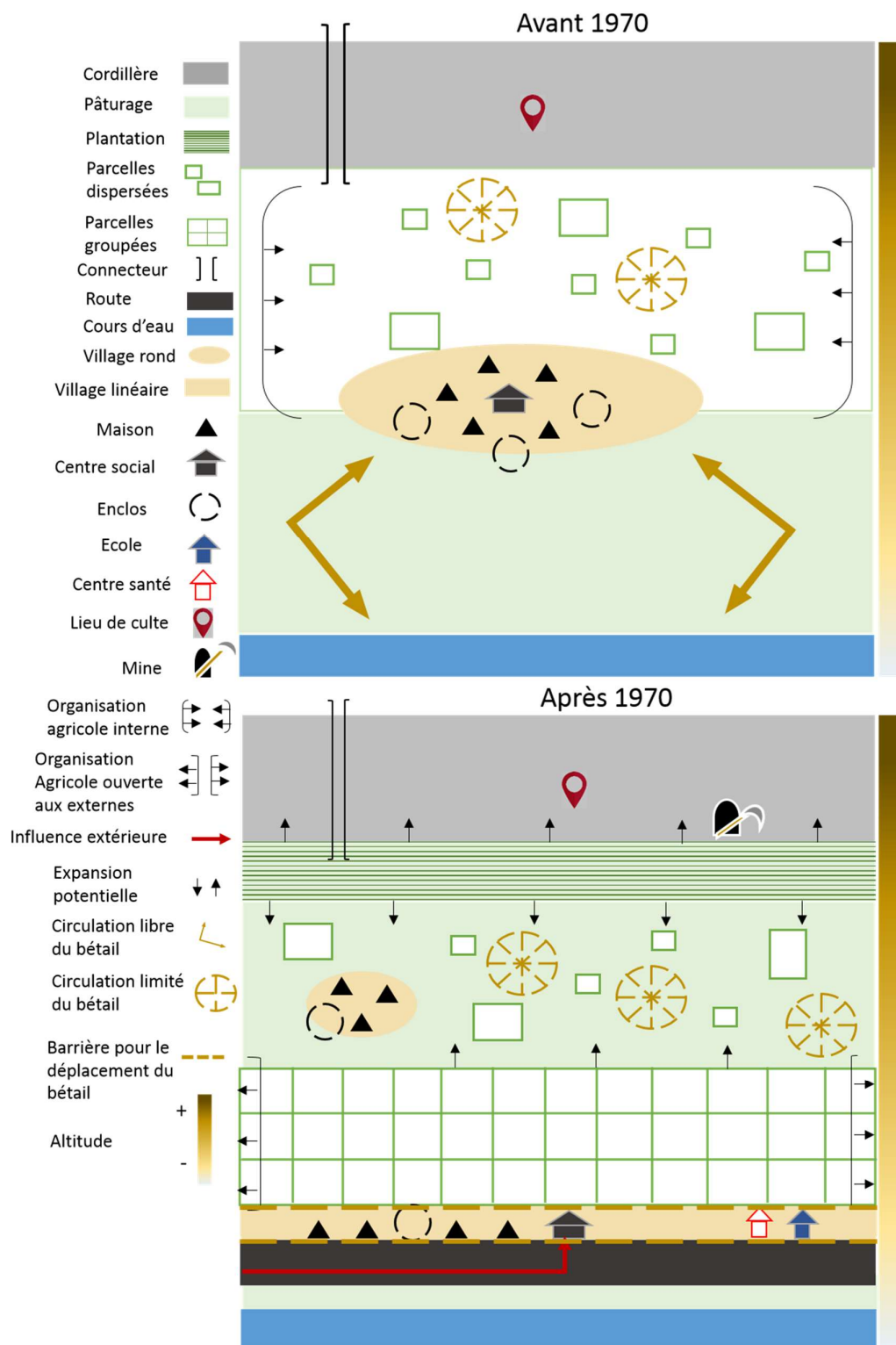


Figure 83. Représentation chorématique des dynamiques socio-territoriales du milieu andin : **en haut**, avant 1970 ; **en bas**, après 1970. **La bande verticale colorée, du clair au sombre**, représente le gradient altitudinal, du niveau du lac Titicaca au plus haut sommet.

La construction de la route devient aussi un axe de changement dans l'organisation spatiale. Les maisons étaient autrefois semi-concentrées entre l'espace agricole et la zone de pâturage. Le centre de réunion social correspondait à un lieu ouvert, généralement à l'ombre, où il y avait suffisamment d'espace pour recevoir tous les habitants et traiter des questions d'intérêt général. A l'heure actuelle, la construction des maisons se fait au contraire au bord de la route, suivant une morphologie linéaire.

La route et l'accès à la mobilisation motorisée facilitent la participation des villageois à des événements tels que des foires pour vendre ou échanger leurs produits. L'utilisation de la cordillère comme connecteur continu reste présente mais le nombre de personnes qui l'utilisent se réduit.

Aujourd'hui, différents facteurs ont amené les villageois à réduire l'effectif de leur cheptel. Un de ces facteurs sont les barrières pour le déplacement du bétail comme la route, le village linéaire et le regroupement des parcelles agricoles collées les unes aux autres. D'autres facteurs ont également contribué à la baisse de l'effectif des animaux d'élevage, comme l'augmentation du temps de travail dans l'activité agricole pour répondre aux demandes du marché, la diminution des terres de pâturage concurrencées par les surfaces agricoles, et la recherche de revenus économiques en dehors du village pour améliorer la qualité de vie familiale.

Le centre de réunion social est maintenant un bâtiment fermé. Dans le nouveau centre de réunion, habituellement seule une partie de la population se réunit pour discuter de sujets d'intérêt spécifique. Si le sujet à traiter est d'intérêt général (comme un rituel ou une célébration) la réunion est faite dans un lieu ouvert. Ce bâtiment fermé peut aussi être l'école du village. Les écoles ont été construites pendant la gouvernance militaire comme une stratégie d'intégration des diverses ethnies à travers l'accès à l'éducation et de l'apprentissage de l'espagnol.

En ce qui concerne l'organisation agricole, les villageois forment deux groupes : ceux qui sont adhérents d'une coopérative, et ceux qui ne le sont pas. Ceux qui ne sont pas intéressés à la coopérative travaillent la terre de façon indépendante. Les agriculteurs qui sont devenus membres d'une coopérative doivent travailler avec d'autres villages appartenant à la même coopérative. Ils travaillent aussi avec des institutions extérieures qui sont impliquées dans la chaîne de production du quinoa.

Les villageois qui ne sont pas intéressés par le marché agricole ont cherché d'autres opportunités économiques. L'activité minière la plus importante dans la région de Puno se localise dans les provinces de Sandia, Lampa, Carabaya et Melgar (des quatre provinces mentionnées, Melgar est la seule province où se trouvent des villages étudiés). L'exploitation minière concerne essentiellement l'or, le cuivre, l'argent et l'argile. Plusieurs hommes de chaque village se déplacent vers ces provinces pour travailler dans les mines, en laissant au village le bétail et le travail agricole à la charge de leurs familles. Cependant, comme la cordillère est riche en minéraux un peu partout à Puno, dans certains villages (que nous ne nommerons pas pour respecter la demande de chaque village), des hommes (les croyances des villageois ne permettant pas aux femmes de travailler dans une mine) ont commencé à développer une activité minière clandestine.

5.3.2.3. Chorème représentant les relations entre dynamiques socio-territoriales et distribution des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé

La Figure 84 est la représentation chorématique qui juxtapose aux précédentes la présence des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé en lien avec les dynamiques socio-territoriales avant et après 1970.

Comme nous l'avons déjà montré dans les résultats précédents, les sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé sont présentes dans diverses parties de l'agroécosystème andin. Grâce aux activités rituelles et sociales des villageois, les *espèces mères* poussent à haute altitude, associées aux lieux de culte. Ces *espèces mères*, grâce à l'intervention humaine, restent dans ces espaces jusqu'à aujourd'hui. Les nouvelles générations se réapproprient ces rituels andins pour lesquels les *espèces mères* continuent à être incluses.

Lorsque le quinoa est cultivé pour l'autoconsommation, la sélection des parcelles et variétés répond à des critères très différents de ceux utilisés dans l'objectif de la culture commerciale. Le quinoa est idéalement cultivé en rotation après la pomme de terre, sur des pentes à l'abri du gel. Par contre, comme la *cañihua* (*C. pallidicaule* Aellen cultivée) est plus résistante au gel, elle est cultivée sur les sols plus exposés à un microclimat froid, et en rotation après les pommes de terre amères. Dans la conception traditionnelle, la culture de quinoa ne nécessite pas de préparation spécifique du terrain pour le semis. Le fait d'être en rotation après la pomme de terre permet que le sol soit suffisamment meuble

et les engrais organiques résiduels de la culture précédente satisfont à ses besoins pour pousser. Les agriculteurs vont semer une diversité de variétés de quinoa dans les différentes parcelles, et aussi au sein de la même *chacra*.

Bien qu'avec la méthode traditionnelle certaines *chacras* en terrasse étaient labourées avec des bœufs, d'autres ne l'étaient pas. La petite taille des *chacras* en terrasses, les caractéristiques rocheuses et l'accès difficile font dans ce cas que le terrain est préparé à la main avec des becs (outil pointu).

Le fait de laisser de l'herbe à l'intérieur de la *chacra* est considéré comme une ressource nutritive pour le sol. En même temps, un pourcentage d'*espèces mères* à l'intérieur de la *chacra* est considéré comme positif pour s'assurer qu'au moins ces plantes pourront être récoltées au cas où la récolte de quinoa cultivé serait perdue. Le degré d'intervention humaine en termes de présence des *espèces mères* à l'intérieur et autour des parcelles cultivées a permis la formation d'une plus forte concentration et des croisement naturels au fil du temps passé (avant 1970).

Aujourd'hui, les pratiques s'écartent souvent de la méthode traditionnelle. La pression de l'accroissement de la production du quinoa pour augmenter les revenus économiques familiaux a entraîné une augmentation de la demande en sols pour les cultures. Par conséquent, pour certaines terres, les temps de repos ont été réduits, voire éliminés. Les agriculteurs nous ont expliqué que les grandes parcelles en faible pente et en plaine sont labourées et ensemencées avec des bœufs ou des machines agricoles. En plus, ces espaces permettent que les tranchées pour semer le quinoa soient fixées avec une plus grande séparation entre elles.

Actuellement, avec le déplacement de la zone de production agricole des pentes vers les plaines, le travail de préparation des sols et d'ensemencement prend une importance accrue. Les conseils pour augmenter la productivité des cultures conduisent à fertiliser le sol et à maintenir une faible population d'herbes. En outre, il est considéré que la qualité de la semence est ce qui garantira la meilleure productivité de la culture. Pour les agriculteurs, il est important d'obtenir des semences enregistrées ou certifiées qui conservent les caractéristiques de base et la pureté de la variété. Un critère de sélection est également la taille des grains. Un gros grain de quinoa représente une plus grande quantité de réserves nutritives, capable de tolérer les adversités lors des premiers stades phénologiques de la plante.

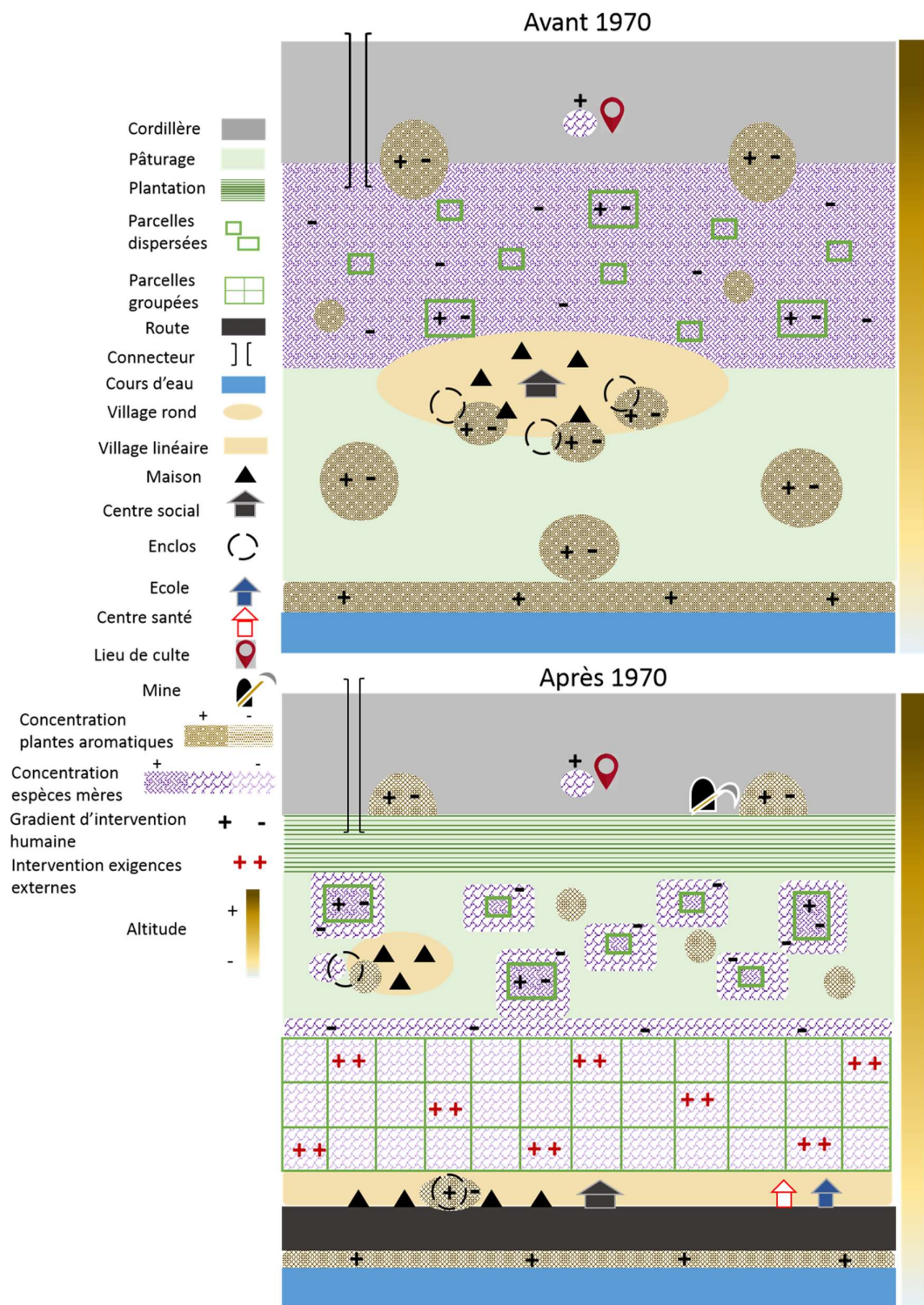


Figure 84. Représentation chorématique de la présence des espèces de parents sauvages du quinoa cultivé en lien avec les dynamiques socio-territoriales : **en haut**, avant 1970 ; **en bas**, après 1970. **La bande verticale colorée, du clair au sombre**, représente le gradient altitudinal, du niveau du lac au plus haut sommet.

Les formations reçues des institutions, telles que le CIRNMA (Centre de recherche des ressources naturelles et de l'environnement), l'INIA (Institut national de recherche agricole) ou les Agences agraires, recommandent l'utilisation de techniques modernes pour augmenter la production et la productivité agricoles. Dans les villages étudiés, des engrais chimiques contenant de l'azote et du phosphore ont été utilisés. Mais ils sont aujourd'hui quasiment absents : ils ne sont plus recommandés parce qu'ils augmentent le coût de production et parce qu'ils entraînent des problèmes de pollution de l'environnement.

Pour la production de quinoa biologique, le fumier naturel provient du bétail que les villageois élèvent et du compost qu'ils ont appris à fabriquer. Le désherbage et l'éclaircissage des cultures sont effectués de manière rigoureuse, le but étant d'éviter au maximum la compétition pour les nutriments entre les plantes, en plus d'empêcher la dissémination des *ayaras*. Ces nouvelles pratiques n'évitent pas que les *espèces mères* se développent dans et autour la parcelle cultivée, cependant leur concentration diminue.

Les agriculteurs extérieurs aux coopératives et qui ne participent pas aux formations des institutions suivent quand même les nouvelles pratiques par imitation. L'emploi de variétés améliorées (dont certaines plus résistantes aux ravageurs ou aux maladies) devient une aide pour assurer la récolte. La plus grande dispersion des parcelles cultivées entrave actuellement la pollinisation des *espèces mères* du quinoa. Bien que certains agriculteurs suivent les méthodes traditionnelles, l'augmentation de la distance entre parcelles a pour conséquence une diminution de la concentration des *espèces mères*.

Les espèces dites aromatiques de parents sauvages du quinoa cultivé sont généralement associées à la circulation du bétail. Les villageois avaient l'habitude d'emmener leur bétail paître près des points d'eau, où la végétation et en particulier ces espèces sont plus abondantes. Ces espèces poussent en groupes dans les plaines et servent de nourriture au bétail. Bien qu'elles ne soient pas l'aliment préféré des animaux, elles deviennent un aliment à consommer en période de pénurie d'herbe. Les déjections qui restent naturellement sur le sol facilitent leur développement. Il est usuel de les trouver aussi dans les enclos et autour des maisons, dans les endroits humides et ombragés.

Les terres en jachère étaient aussi des pâturages collectifs. La dynamique entre l'élevage et l'agriculture amène ces espèces dans la zone agricole, mais avec une faible concentration. La présence des espèces dans la parcelle cultivée est encore considérée

comme positive par les agriculteurs — leur présence nourrit le sol et le fait d'être des plantes amères aide à lutter contre les ravageurs.

Ces espèces poussent à haute altitude, en étant présentes dans les collines et isolées de la population humaine. En général, ce sont les bergers qui savent où elles se trouvent. Ces espèces, qui poussent dans les ravins et là où le sol est meuble, sont cueillies à des fins médicinales lorsqu'il y a besoin.

Après 1970, avec le début des usages de nouveaux produits domestiques, des nouveaux produits chimiques pour l'agriculture et le développement d'une activité minière aux villages, la croissance et l'utilisation de ces espèces deviennent plus limitées. La route et la pollution des cours d'eau diminuent la présence de la biodiversité aquatique et en bordure des cours d'eau. Les produits chimiques et les nouvelles pratiques agricoles ne permettent plus autant la croissance de ces espèces dans les parcelles cultivées.

Les eaux contenant des produits domestiques tels que des shampoings ou des détergents commerciaux sont déversées à proximité des maisons, ce qui limite également le développement et la concentration de ces espèces. Les plantes qui continuent à pousser dans ces endroits ne sont plus utilisées par les villageois, car ils disent que les produits ménagers peuvent nuire aux bienfaits médicinaux et aux avantages nutritifs.

La présence d'un centre de santé dans ou à proximité du village, en plus de l'éducation qu'ils reçoivent à travers les écoles, leur permet d'avoir accès aux traitements de santé publique. Grâce à la connectivité routière et aux moyens de transport, les villageois peuvent se rendre dans les hôpitaux et les pharmacies de la ville. Le fait de ne pas recourir à ces espèces de façon fréquente diminue la perception de leur présence par les villageois et la connaissance de l'endroit où ils peuvent les trouver.

L'acidification des sols par les nouvelles plantations d'eucalyptus ne permet pas la croissance de ces plantes aromatiques, ce qui produit un arrêt de leur présence entre les pentes et les sommets des collines. Les dégâts environnementaux causés par les plantations d'arbres exotiques ont déjà été perçus par les populations locales. Afin de remédier ces effets, des institutions environnementales ont mis en place des projets de reboisement avec des espèces natives de l'Altiplano.

6. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

6.1. Introduction à la discussion : vue d'ensemble, de l'enjeu aux résultats

Cette thèse s'intègre dans l'enjeu de conciliation entre la conservation *in situ* des ressources génétiques des espèces apparentées sauvages d'une espèce cultivée et l'amélioration de la productivité agricole. Comme on l'a vu dans l'Etat de l'art (Partie 1), la diversité phytogénétique est d'une importance primordiale dans le double but d'améliorer la productivité des agroécosystèmes et d'assurer durablement la sécurité alimentaire, tout en étant capable de faire face aux effets du changement climatique.

C'est dans ce contexte que nous avons focalisé notre recherche sur les dynamiques actuelles de la biodiversité agricole dans les agrosystèmes, dits traditionnels mais évolutifs, des Andes au Pérou. Nous y avons abordé l'enjeu de conciliation entre biodiversité et productivité agricole en étudiant la place de sept principales espèces parents sauvages du quinoa cultivé dans les paysages andins de l'Altiplano péruvien. En particulier, caractériser la distribution géographique de ces espèces et comprendre comment elle peut être reliée à l'organisation spatiale de la culture du quinoa constituent une première piste pour appréhender les impacts potentiels de l'expansion du marché d'exportation du quinoa sur ces ressources phytogénétiques, avec toutes les conséquences que cela peut avoir en termes d'agrobiodiversité et de sécurité alimentaire.

Notre recherche repose sur l'analyse de six villages représentatifs de la diversité du quinoa dans la région de Puno aux abords du lac Titicaca au Pérou, qui correspond au berceau de cette culture et de ses parents sauvages, et qui reste une des principales régions productrices de quinoa au monde. Bien que le quinoa péruvien soit aujourd'hui bien intégré au marché international depuis deux décennies et que cette culture émerge dans d'autres pays, tempérés ou tropicaux, le Pérou est récemment passé premier producteur mondial devant la Bolivie, et l'Altiplano de Puno demeure sa région productrice majeure (voir aussi Annexe 1, production 2016 et 2017).

Nous avons fait le choix d'une approche à la fois géographique et ethnographique pour répondre à trois objectifs :

- identifier et expliquer la présence et la distribution des espèces de parents sauvages du quinoa dans l'agroécosystème andin, en utilisant la méthode des cartes participatives à dire d'acteurs, prolongées par une modélisation utilisant une grille à maille carrée (cellules de 50 m x 50 m) avec géo-référencement dans un système d'information géographique ;
- identifier et analyser les savoirs et les pratiques de gestion des communautés agricoles relatifs à ces sept espèces de parents sauvages du quinoa qui agissent sur sa diversité génétique, en utilisant les données qualitatives et quantitatives issues d'entretiens ethnobotaniques semi-structurés et du mode d'observation participante ;
- modéliser la dynamique et les changements socio-spatiaux de ces territoires, à travers les déterminants liés à la production du quinoa, et mettre ainsi à jour les facteurs d'évolution dans la gestion de la diversité des espèces de parents sauvages du quinoa, en utilisant l'outil d'analyse géographique qu'est la modélisation chorématique.

Nous avons analysé l'agroécosystème sous l'angle principal de la culture du quinoa, sans entrer dans les détails de toutes les cultures pratiquées dans la rotation, même si les agriculteurs gèrent un ensemble beaucoup plus large de plantes qui peuvent être associées et influencer la présence et la distribution des espèces de parents sauvages du quinoa en lien avec les choix d'assolement. L'avantage de notre approche est qu'en plus de la perception qu'ont les communautés locales de la présence de ces espèces dans le paysage, elle approfondit particulièrement les pratiques de gestion et les savoirs relatifs au quinoa et à ses parents sauvages : l'étude permet ainsi de repérer les liens entre activités agricoles et pratiques de gestion de ces différentes ressources phytogénétiques. En termes d'implication, cela facilite l'identification d'actions ciblées, relatives aux activités agricoles, pour la conservation dynamique de ces ressources.

D'une manière générale, notre travail montre que les sept espèces de parents sauvages du quinoa cultivé sont encore aujourd'hui présentes dans les agroécosystèmes andins de Puno et qu'elles continuent de ce fait à participer aux flux de gènes pour des croisements naturels entre espèces. Mais il montre aussi qu'au-delà des facteurs climatiques (précipitations, température), les activités anthropiques conditionnent fortement les changements dans la distribution de ces espèces au sein de l'agroécosystème andin.

L'originalité de ce travail est d'apporter des résultats de présence et de distribution espèce par espèce de parents sauvages du quinoa sur chacun des six territoires villageois étudiés — et ce à la précision de 50 m x 50 m (voir aussi Annexe 6). De même, il améliore nos connaissances sur les savoirs et pratiques de gestion *in situ* de chacune de ces espèces. Ce travail a ainsi rassemblé un premier ensemble de données (cartographies et enquêtes) et produit une première analyse de la dynamique de cette biodiversité agricole dans la région de Puno. Ces résultats enrichissent les savoirs géographiques appliqués aux parents sauvages du quinoa sur les agroécosystèmes de l'Altiplano péruvien, en termes de contenus mais aussi de méthodes. Cet ensemble d'informations pourra servir à appuyer la mise en œuvre de stratégies de conservation.

6.2. Perception par les acteurs de la présence et de la distribution des espèces : un indicateur performant de l'état de l'agroécosystème

Dans ce travail, l'élaboration des cartes à dire d'acteurs et le système d'information géographique ont offert un cadre performant pour l'identification et l'analyse spatiale des espèces végétales en jeu. Ces cartes géo-référencées ont permis de modéliser la perception des acteurs de la distribution des espèces de parents sauvages du quinoa, de leur richesse par village et des facteurs explicatifs de leur distribution. Elles pourraient même être un outil d'aide à la décision des acteurs et décideurs locaux, dans la mesure où elles donnent un résultat tangible à l'échelle du territoire villageois, chacun couvrant ici près de 300 à 1 000 hectares environ.

Dans les six communautés étudiées, indépendamment de leur situation géographique, les agriculteurs maintiennent une grande variété de types de quinoa (Tableau 13, avec huit types de quinoa) ainsi que d'espèces de parents sauvages, en raison des conditions abiotiques locales et des préférences alimentaires. Dans les six villages, les espèces de parents sauvages sont réparties sur l'ensemble de l'agroécosystème, leur présence perçue allant bien au-delà des parcelles cultivées en quinoa ou avec d'autres espèces : elles sont d'ailleurs souvent aussi perçues dans les « autres espaces », c'est-à-dire non cultivés.

De façon schématique, espèce par espèce, nous pouvons retenir les grandes tendances suivantes. Les trois espèces *C. petiolare* Kunth, *C. hircinum* Schrad. et *C. ambrosoioides*

L. sont les seules à être perçues dans les six villages, comme l'avait observé Mujica et al., (2001) dès que la culture du quinoa est présente. Ces espèces sont très liées aux espaces agricoles car elles sont tout aussi bien présentes dans les champs de quinoa que dans les champs d'autres cultures. L'espèce *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. est aussi davantage perçue dans l'espace cultivé, avec une distribution similaire dans les parcelles de quinoa et dans les autres cultures. La présence de l'espèce *C. pallidicaule* Aellen est davantage associée aux villages qui pratiquent la culture de la *cañihua* (*C. pallidicaule* Aellen cultivée). Cependant nos résultats montrent que son occupation de l'espace est plus importante dans les parcelles de *C. quinoa* Willd. que dans les parcelles d'autres cultures (dont la *cañihua*) et dans les autres espaces non cultivés. L'effet de la succession des cultures sur une parcelle avec les rotations et les assolements pratiqués influence certainement cette perception. A l'inverse, l'espèce *C. carnosolum* Moq. est perçue seulement dans deux villages (Yuraccachi, *aymara*, au sud et proche du lac ; San Juan de Dios, *quechua*, au nord et loin du lac), avec une occupation très faiblement perçue mais de façon similaire (2 à 3 %) dans les parcelles de quinoa, les parcelles d'autres cultures et les autres espaces. La présence de cette espèce est liée à la proximité d'un point d'eau ; ce résultat correspond à d'autres études qui décrivent aussi sa présence dans des zones proches des cours d'eau (Mujica et al., 2013; Mujica et Jacobsen, 2006). Tout comme *C. carnosolum* Moq., l'espèce *C. incisum* Poiret est l'espèce de parents sauvages du quinoa la moins présente dans les villages étudiés. De plus, *C. incisum* Poiret et *C. ambrosioides* L. présentent une distribution particulière dans l'espace, avec une proportion plus importante dans les espaces non cultivés de l'agroécosystème et dans une proportion moindre dans les champs cultivés.

Toujours schématiquement, mais toutes espèces confondues, nous pourrions résumer ainsi les observations de présence perçue par les villageois : toutes les espèces sont davantage susceptibles de croître dans les zones basses (3 800-3 900 m, voire 4 000 m d'altitude) et souvent à proximité d'un cours d'eau (à moins de 200 m). Ces résultats coïncident ainsi avec d'autres études menées dans les hautes terres au sud du Pérou et en Bolivie (Mamani et al., 2013; Mujica et Jacobsen, 2006; Pinto et al., 2008), sur la relation entre la présence des espèces et une altitude comprise entre 3 800 m et 4 000 m. Et lorsqu'elles sont perçues à plus de 4 000 m, elles le sont en majorité à proximité d'un point d'eau.

La plus grande richesse d'espèces, calculée par la superposition de la présence des différentes espèces dans une même cellule de la grille à maille carrée, est liée aux espaces non cultivés de l'agroécosystème, mais dans un environnement proche des champs cultivés dont ceux de quinoa (cartes village par village : Figure 26, Figure 30, Figure 34, Figure 38, Figure 42, Figure 46, Annexe 6). Ce résultat est cependant difficile à comparer avec les autres études de cas, qui se focalisent sur l'abondance des plantes, et où la plus grande abondance des parents sauvages du quinoa est habituellement associée à l'espace dédié à la culture du quinoa, en particulier les *aynokas* (parcelles collectives) dans des étages écologiques variés de villages de hauts plateaux, salars et vallées interandines (Canahua et al., 2002; Mujica et Jacobsen, 2006; Tapia et al., 2014). En Bolivie près du lac Titicaca, Mamani et al., (2013) ont mesuré l'abondance par des comptages (toutes espèces confondues) sur des surfaces de 100 m² distribuées dans l'agroécosystème. Mamani et al., (2013) obtiennent une abondance moyenne de 2 à 8,3 plantes par mètre carré en fonction du territoire villageois. Cette étude spécifie que 56 % des plantes se situent dans la plaine à proximité des zones habitées, sans préciser si elles sont présentes dans des parcelles cultivées ou des espaces non cultivés, le reste se distribuant équitablement entre les rives du lac et les parcelles collectives qui, elles, sont situées en altitude. Il serait intéressant de disposer de ces mesures détaillées par espèce dans les espaces cultivés et non cultivés pour comparer leur fréquence et leur abondance dans l'agroécosystème.

Sur le plan méthodologique, notre évaluation de la richesse ne repose pas sur une mesure *in situ* contrairement aux travaux des chercheurs péruviens et boliviens cités ci-dessus. Leur mesure repose sur un sondage sur des placettes distribuées dans l'agroécosystème. A contrario, notre méthode repose sur des dires d'experts (les acteurs du territoire) et, de ce fait, elle permet d'embrasser la totalité de l'agroécosystème. Elle met en jeu les capacités d'un grand nombre d'experts que sont les villageois, chacun ayant une expertise particulière fondée sur une perception physique quotidienne de son territoire vécu, champ par champ, chemin par chemin, etc., et transmise de génération en génération, ce qui détermine un mode d'observation particulier et une connexion spéciale au territoire.

Notre recherche s'appuie sur la représentativité des pratiques et des phénomènes observés. La présence et la distribution spatiale des espèces de parents sauvages du quinoa

restent qualitatives, à partir des données fournies, représentées et discutées lors du processus de cartographie participative. Même si nous considérons que des éléments quantitatifs sont d'intérêt, ils ne rentrent pas dans nos objectifs initiaux. En effet, nous avons privilégié la compréhension de la relation des communautés locales à leur environnement par l'étude et la représentation des dynamiques de changement d'occupation et de gestion des espaces, plutôt que leur quantification.

Dans un contexte de recherche participative, les cartes finalisées avec l'aide de systèmes d'information géographique constituent une donnée socialement construite puisqu'elles capturent les informations sociales, économiques et environnementales données par les acteurs locaux. Cette méthode est une contribution pour l'aménagement durable des agroécosystèmes andins à la recherche d'une adéquation entre la durabilité des systèmes agricoles du quinoa et la présence de ses parents sauvages pour une conservation *in situ* de la biodiversité. Les cartes construites sur la distribution des espèces de parents sauvages sont une base pour une future planification et optimisation des agroécosystèmes andins. De plus, ces cartes permettent la production des modèles prédictifs de distribution des espèces de parents sauvages du quinoa dans d'autres villages de la région de Puno.

La réduction de la variabilité génétique des espèces de parents sauvages des plantes cultivées pourrait constituer un risque pour l'adaptation de l'espèce cultivée aux changements du climat. Dans le cas de la culture du quinoa et de la rapide extension de son aire de distribution au niveau mondial, l'étude de la variation génétique est considérée essentielle pour comprendre l'organisation de la diversité biologique de la culture en fonction de sa distribution écogéographique. Une étude faite par del Castillo et al., (2007) avait pour objectif de quantifier la structure hiérarchique de la variation génétique présente dans huit populations du quinoa de plein champ, constituées de plantes cultivées et de parents sauvages, représentatives des vallées de l'Altiplano et des vallées interandines de la Bolivie. L'étude a constaté que les espèces de parents sauvages du quinoa étaient plus proches de ceux de la forme cultivée au sein d'une même écorégion qu'elles ne l'étaient de la forme sauvage d'une autre écorégion. Malgré les nouvelles pratiques agricoles déterminées par l'agro-industrie du quinoa, les agroécosystèmes andins de la Bolivie ont réussi à maintenir leur diversité génétique. Si les espèces de parents sauvages du quinoa continuent à se développer associés dans les mêmes espaces

que l'espèce cultivée, même en situation d'intensification des systèmes agricoles, le maintien de la biodiversité génétique *in situ* des espèces cultivées et des parents sauvages pourrait se conserver au Pérou et dans le monde.

6.3. Les entretiens ethnobotaniques montrent une vision très systémique de l'environnement andin, mais qui pourrait se perdre

Aujourd'hui, la conservation des espaces et des espèces est devenue une préoccupation internationale. Au Pérou, elle se traduit par des lois nationales qui s'appliquent à l'échelle locale dans une diversité de contextes culturels et qui tiennent compte des concepts de gestion et d'utilisation durables des ressources. La Convention sur la diversité biologique stipule dès 1992 que les connaissances, les innovations et les pratiques des communautés autochtones et locales doivent être considérées et protégées. Les connaissances apportées par ce travail sur les espèces de parents sauvages du quinoa d'une part, et sur les usages de ces espèces et les dynamiques culturelles qui s'y jouent d'autre part, ont été possibles en mobilisant deux disciplines : l'ethnographie (qualitatif) et les statistiques (quantitatif).

Dans notre travail, le qualitatif et le quantitatif interagissent et permettent également d'établir des comparaisons à différentes échelles à partir du même corpus de données sur les usages et les savoirs liés aux espèces de parents sauvages du quinoa cultivé. L'ethnographie permet d'expliquer et de nuancer les résultats obtenus par les analyses quantitatives et de ne pas passer à côté d'une réalité plus complexe ou plus subtile que la quantification ne saurait exprimer. Les méthodes de collecte et d'analyse employées dans le cadre de cette thèse sont donc complémentaires pour comprendre les réalités des paysans au sein des agroécosystèmes andins.

Les trois variables retenues (ethnie, genre et âge) pour l'analyse et le traitement des données, afin de qualifier les 150 personnes interviewées, donnent un premier aperçu de la manière dont le savoir se distribue entre les différentes catégories de personnes. Postérieurement, il serait intéressant de multiplier les modalités au sein des catégories retenues, avec des échantillons plus grands pour une analyse comparative entre groupes cibles, afin de mettre l'accent sur certains particularismes. Par exemple, la variabilité selon le niveau socioéconomique ou le niveau de scolarisation des individus au sein d'un

groupe d'âge de femmes ou d'hommes peut permettre de relativiser nos critères explicatifs.

Nous avons montré, via les séances des photos-questionnaires, qu'une plus grande reconnaissance des différentes espèces (au sens de l'identification des plantes) ne signifie pas une meilleure connaissance de leurs usages : il n'y a pas de relation entre le nombre d'espèces reconnues et le nombre d'usages cités pour chacune d'elles, et ce quel que soit le genre, l'âge ou l'ethnie.

Dans nos résultats, sauf exception de quelques individus qui demanderaient une étude plus approfondie, nous n'observons pas de différences significatives entre les grandes catégories de personnes interviewées. Par rapport à l'ethnie, le caractère quasi sacré du statut des espèces de parents sauvages du quinoa, lié au culte des ancêtres, très présent dans les sociétés andines *aymara* et *quechua*, est un atout pour la conservation de ces ressources génétiques. Ensuite, alors qu'à première vue la scolarisation et l'accès à la santé publique sont susceptibles d'impliquer une baisse de l'usage des plantes sauvages collectées, on constate que les espèces de parents sauvages du quinoa tiennent encore aujourd'hui une place importante dans la vie quotidienne des villageois, notamment pour l'alimentation et certains soins médicaux (à la fois pour les humains et les animaux).

Les savoirs liés au genre font référence aux savoirs des hommes et des femmes, liés aux domaines spécifiques attribués à l'un et à l'autre sexe (Pfeiffer et Butz, 2005) : ils sont souvent présentés comme un modèle binaire (Begossi et al., 2002). Ces différences de savoirs ont été la plupart du temps expliquées comme une conséquence de la division sexuelle du travail dans les sociétés traditionnelles (Setalaphruk et Price, 2007). Cependant, dans les six villages étudiés, nos résultats statistiques ne montrent pas de différence significative de savoirs entre genres, sauf pour l'usage médicament animal (Tableau 28) dont les hommes ont une meilleure connaissance que les femmes. Ces résultats sont similaires à d'autres études latino-américaines concernant les savoirs liés aux plantes (Figueiredo et al., 1997; Lozada et al., 2006; Monteiro et al., 2006). Une possibilité pour cette absence de différence en fonction du genre peut être liée au fait que nous avons analysé nos résultats dans des catégories très générales. Probablement, une analyse spécifique par classe d'usage (par exemple type de médicament ou de préparation utilisé) à l'intérieur de chaque catégorie (par exemple médicament humain) montrerait peut-être des différences entre hommes et femmes.

Du point de vue de l'âge, on voit que les personnes jeunes (50 ans et moins) reconnaissent comme les personnes plus âgées (plus de 50 ans) les différentes espèces de parents sauvages du quinoa. Cela montre que les savoirs relatifs à l'identification des plantes sont ouverts et leur transmission entre les différents détenteurs est relativement libre et fluide. Toutefois, un résultat statistiquement significatif sur la diversité des usages pourrait préfigurer une évolution négative : en effet, les personnes jeunes décrivent des usages d'alimentation humaine pour moins d'espèces que les personnes plus âgées (Tableau 29). De plus, les jeunes, qui ont tous été scolarisés, contrairement aux anciennes générations, ont acquis à l'école un autre type de connaissance qui a pour conséquence que la pratique et la valorisation des usages traditionnels trouvent de plus en plus difficilement leur place dans la vie moderne.

Les savoirs et les usages des espèces de parents sauvages du quinoa des personnes plus âgées sont très liés à la *cosmovision andine* : ces personnes ont conscience de tout leur environnement, pris comme un tout et pour lequel elles ont une vision « systémique » (on pourrait parler aussi d'une vision « intégrée ») ; chaque élément est lié à l'autre, que ce soit les espèces, le climat, les besoins, l'équilibre général du vivant local. Dans cette vision, l'espace local permet la vie humaine, animale et végétale, depuis la naissance à la mort et au-delà, en passant par les soins (maladies...), la nourriture, et l'enrichissement de l'âme. La cosmovision andine, et la force de croyance qu'en ont les personnes, soutient certainement cette vision systémique. Finalement, la question de la transmission d'une telle vision systémique se pose : les jeunes générations peuvent-elles intégrer un savoir qui fait référence à un système de pensée (cosmovision andine) totalement différent de celui qui leur est enseigné à l'école ?

Par rapport aux deux ethnies présentes dans nos villages d'étude, nous avons observé des savoirs plus ou moins diversifiés d'usages : l'ethnie *quechua* cite significativement plus d'espèces pour les usages sociaux et environnementaux et l'ethnie *aymara* pour l'usage médicament animal (Tableau 30). Mais on peut probablement expliquer ces différences par la variable géographique de présence des espèces plutôt que par l'importance des savoirs ethnobotaniques par ethnie.

Chaque village fait partie d'un écosystème. Tous les éléments comme les plantes médicinales, les tubercules, les plantations d'arbres, le bétail et les animaux sauvages jouent chacun un rôle, de sorte que les projets agricoles doivent en tenir compte. De plus, chaque communauté a des relations écologiques bien au-delà du village. Par exemple,

dans les villages étudiés, l'association agriculture-élevage (donc la pratique de l'élevage) — par le biais des pâturages et des zones non cultivées, qui sont des espaces diversifiés sur le plan des espèces — joue un rôle dans cette biodiversité, surtout pour les espèces *C. incisum* Poir., *C. ambrosioides* L. et *C. carnosolum* Moq.

A travers le calendrier phénologique, on comprend que la transmission des savoirs et de l'apprentissage de l'observation de l'environnement (les signes météorologiques par exemple, les signes relatifs au développement de certaines plantes...) est élaborée à partir d'un ensemble de savoirs. La distribution et le développement des espèces de parents sauvages du quinoa sont en relation directe avec le développement des variétés indigènes de quinoa. De plus, nous avons montré que ces espèces sauvages et cultivées poussent dans une relation qui se nourrit mutuellement dans un cadre agricole et écologique particulier et inextricablement imbriqué. L'association naturelle entre le quinoa et ses espèces apparentées sauvages au sein de la *chacra* (parcelle cultivée) (notamment *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz., *C. hircinum* Schrad. et *C. petiolare* Kunth) permet de faire évoluer le système de culture de manière durable et avec une meilleure résilience (Bazile, 2015). Sur le plan génétique en ce qui concerne l'hybridation entre les différentes espèces sauvages apparentées au quinoa, Jellen et al. (2015) soutiennent que *C. quinoa* et ses espèces de parents sauvages allotétraploïdes (espèces génétiquement les plus proches pour qui une hybridation naturelle dans le passé a eu pour résultat de donner naissance à *C. quinoa* Willd., voir section 2.3.1. « Une génétique très plastique ») ne devraient plus être considérées, à des fins pratiques, comme des espèces biologiques distinctes, mais pourraient être considérées comme des sous-espèces de *C. quinoa* Willd. compte tenu de la faible distance génétique entre ces espèces. Néanmoins, les pratiques des agriculteurs de gestion et de séparation des hybrides au sein du champ cultivé de quinoa reposent sur le fait que ces espèces n'ont pas été domestiquées et qu'ils souhaitent alors éviter une introgression de gènes dans leurs variétés paysannes, tels que ceux qui déterminent la chute des grains avec un égrenage très facile, la levée de dormance ou au contraire la germination sur pied.

Cette partie de notre étude souligne que les pratiques de gestion des parents sauvages du quinoa cultivé, conjuguées à des facteurs biotiques et abiotiques, continuent d'influer sur la production et le maintien de la diversité du quinoa cultivé et de ses parents sauvages. Toutefois, d'autres preuves agronomiques, morphologiques et moléculaires sont nécessaires pour découvrir les mécanismes par lesquels les principaux facteurs

déterminent leur diversité intraspécifique. Cette partie de notre thèse met à disposition des savoirs sur les facteurs anthropiques qui maintiennent la diversité des espèces de parents sauvages du quinoa dans l'agroécosystème. Nous espérons que ces informations aideront à avoir une meilleure appréciation, conservation et utilisation durables des ressources phytogénétiques pour l'amélioration des cultures et pour le bien-être des sociétés.

6.4. Les chorèmes mettent en valeur des changements qualitatifs, temporels et socio-spatiaux

Sur la base d'une approche historique et systématique, nous avons présenté comment la dynamique du développement de l'agroécosystème selon le système de production de *C. quinoa* Willd. dans la région de Puno impose un changement du territoire avec l'émergence de nouvelles pratiques agricoles. Dans les six villages étudiés, à travers les chorèmes, nous avons analysé le processus historique d'intensification des systèmes de culture à base de quinoa et la manière dont ces modes de production récents prennent ou ne prennent pas en compte la distribution spatiale des parents sauvages du quinoa cultivé.

Nos résultats montrent le début d'un abandon des anciennes pratiques agricoles et la transition progressive vers de nouvelles pratiques orientées par le marché qui ne sont pas incluses dans un laps de temps suffisant pour que les agriculteurs puissent les adapter et les incorporer dans leur cosmovision et leur conception intégrée de l'espace. Même si les variétés indigènes de quinoa ont une valeur commerciale, de plus en plus d'agriculteurs choisissent de semer certaines variétés de quinoa à production plus homogène (cette homogénéisation visant à uniformiser les opérations de post-récolte d'exportation), afin d'assurer un revenu à leurs familles. En revanche, les autorités locales, dont certaines se mobilisent et sont proactives, participent à des projets de développement puisqu'elles sont les premières à décider si le projet convient ou non à leur communauté — c'est par exemple le cas de San Juan de Dios et de Vizallani, où le président de la coopérative de quinoa a également été élu comme président du village. Dans ce contexte où le développement de la production agricole par les méthodes traditionnelles dans la logique ancestrale paraît bloqué du fait du manque de main-d'œuvre pour réussir à atteindre les volumes de production souhaités, c'est par la mobilisation d'autres facteurs de

production, notamment structurels ou techniques, que s'opère aujourd'hui le développement agricole.

La commercialisation progressive du quinoa dans les Andes a accéléré la mise en place généralisée de nouveaux systèmes de culture mécanisés dans les plaines qui ont pour conséquence une dégradation des ressources naturelles. Dans son analyse du cas particulier de l'Altiplano sud bolivien, la thèse de Vieira Pak (2012) a identifié trois facteurs de changement dans la culture du quinoa qui ont déclenché des problèmes environnementaux en cascade : « i) *les changements structuraux au sein du système de production avec l'arrivée de la mécanisation* ; ii) *l'expansion généralisée de la culture du quinoa dans les plaines, jusqu'à saturation des terres arables* ; et iii) *la crise agraire du système* ». Deux problèmes ont été particulièrement mis en évidence pour la Bolivie (Vieira Pak, 2012) : d'une part, les nouvelles pratiques de culture sont inadaptées à la durabilité écologique et sociale des systèmes agricoles compte tenu des conditions agroécologiques fragiles et, sous tension pour leur gouvernance, des zones de production, et, d'autre part, la durabilité de la production de quinoa n'est pas non plus directement assurée par les normes de certification biologique en place.

A l'image de ce que de nombreux chercheurs ont observé dans les Andes (Fioravanti-Molinié, 1975; Morlon, 1992; Murra, 1972) l'organisation sociale et la circulation dans et hors l'agroécosystème satisfont les impératifs d'une distribution spatiale des activités (agricole, minière, élevage, etc.) dans les différentes zones du territoire (Morlon, 1992). De plus, la spécialisation dans l'agriculture et la production de variétés locales adaptées à chaque étage agroécologique ainsi que l'entraide qui caractérise le système social andin ont permis en quelque sorte de retrouver une diversité d'activités réparties en différents lieux pour l'échange de semences ou d'autres produits. A la différence du modèle de Murra (1972), actuellement la complémentarité des ressources dont les familles ont besoin pour vivre ne se fait plus grâce à la gestion de différents systèmes de culture répartis sur plusieurs étages agroécologiques. Nous avons observé qu'aujourd'hui les familles sont en train de combiner l'agriculture avec une activité urbaine, et tout travail en plus de l'agriculture s'accompagne d'une double résidence en ville. L'emploi urbain constitue une ressource complémentaire mais aussi une quête d'opportunités nouvelles pour garantir une meilleure qualité de vie aux nouvelles générations, puisqu'il permet la scolarisation des enfants dans le secondaire ou même le supérieur.

Notre représentation volontairement simplifiée des agroécosystèmes andins ne prend pas en compte tous les éléments composant les socio-écosystèmes. Nous avons isolé les éléments qui relèvent des processus historiques et des dynamiques des changements liés à la culture de quinoa afin de comparer deux périodes de temps (avant et après 1970). Les éléments choisis par notre méthode suivent une valeur logique qui permet de comprendre l'évolution des agroécosystèmes au niveau local avec des influences à une échelle nationale. Dans notre modèle chorématique, les spécificités de chaque village pris individuellement sont volontairement absentes (alors qu'il existe des décalages entre villages). Le but de notre représentation est de synthétiser les connaissances acquises sur le terrain pendant ce travail de recherche et de les faire dialoguer avec l'avenir des parents sauvages du quinoa cultivé dans des agroécosystèmes andins en pleine évolution.

CONCLUSION GENERALE

Le travail de recherche de cette thèse a été conduit sur l'Altiplano péruvien proche du lac Titicaca, dans la région de Puno. Cette région est le berceau de la culture du quinoa *Chenopodium quinoa* Willd., et elle héberge aussi sept principales espèces de parents sauvages du quinoa : *C. ambrosioides* L., *C. incisum* Poir., *C. pallidicaule* Aellen, *C. petiolare* Kunth, *C. hircinum* Schrad., *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et *C. carnosolum* Moq. Notre thèse s'inscrit dans la problématique de l'importance économique et culturelle du quinoa en Amérique latine, étant une ressource alimentaire ancestrale des régions andines, et depuis peu présente sur les marchés internationaux. La région de Puno est à l'image de cette évolution où les exigences du marché du quinoa prennent leur place au cœur des territoires villageois.

Nous avons analysé comment les communautés agricoles de six villages perçoivent la présence de ces sept espèces de parents sauvages dans les différentes zones agroécologiques de leur territoire villageois et comment elles les intègrent dans leurs pratiques liées à la culture du quinoa. La méthodologie utilisée dans cette étude a montré qu'elle est prometteuse pour obtenir des connaissances sur les espèces de parents sauvages des plantes cultivées (*Crop Wild Relatives*, CWR). Les méthodes participatives de recherche et de collecte de données associées à des outils de système d'information géographique (SIG) ont permis ici de systématiser la connaissance des villageois sur la complexité du processus de production du quinoa cultivé en lien avec ces principales espèces de parents sauvages. Les cartographies à dire d'acteurs et les enquêtes ethnobotaniques associées à la modélisation chorématique montrent une distribution des espèces de parents sauvages du quinoa très liée à l'organisation socio-spatiale de l'agroécosystème. Ces espèces sont maintenues, pour leurs multiples usages alimentaires, médicinaux et culturels, dans les espaces naturels et les zones pâturées, également aux abords et à l'intérieur des champs cultivés. Cependant, une amorce de différence dans les savoirs sur les usages de ces espèces, notamment alimentaires, entre les jeunes générations et les personnes plus âgées pourrait indiquer que la vision systémique et intégrée de l'environnement (cosmovision andine) qu'ont les anciens pourrait diminuer dans l'appréciation plus utilitariste qu'ont les jeunes générations de leur territoire agricole.

Les résultats de cette étude renforcent la nécessité de réfléchir à des alternatives technologiques attractives pour ces agriculteurs dans le contexte de la culture du quinoa qui ne vise pas seulement le marché, mais qui est stratégique pour leur sécurité alimentaire familiale. Or la mise au point de technologies agricoles s'est jusqu'alors principalement concentrée sur la productivité en tant que critère d'évaluation prépondérant et, dans une large mesure, sur des champs expérimentaux qui ne considèrent pas tous les éléments des agroécosystèmes des agriculteurs locaux. Certes, les agriculteurs veulent aussi augmenter la productivité de leurs cultures : mais, pour autant, la vision qui guide les mises au point technologiques doit aussi prendre en compte les particularités auxquelles ces sociétés agraires sont soumises, comme la présence des parents sauvages des espèces cultivées, afin de réussir le double défi d'une meilleure productivité et d'une sécurité alimentaire et nutritionnelle assurée durablement, y compris dans un avenir proche soumis aux effets du changement climatique.

Les perspectives qui s'ouvrent grâce à notre recherche touchent à la durabilité des pratiques de gestion et des pratiques agricoles dans un objectif de conservation dynamique *in situ* de la biodiversité sauvage et cultivée. Une mise en perspective historique des résultats, permise par les chorèmes, nous a permis de questionner l'évolution des pratiques de gestion de ces différentes espèces par les communautés locales. En termes d'implication, deux types de projets pourraient être réfléchis. Le développement de projets prenant en compte le maintien de la présence des parents sauvages de quinoa dans le champ cultivé est favorable à l'introduction de gènes d'intérêt pour aider le quinoa à s'adapter à des conditions écologiques changeantes sous les effets du changement climatique. Egalement, des projets spécifiques de conservation *in situ* de l'agrobiodiversité, qui considèrent l'espace naturel et l'espace cultivé comme un ensemble cohérent, représentent une voie pour la gestion de pools de gènes importante pour l'agriculture et l'alimentation mondiale, afin de disposer du matériel végétal (ressources phytogénétiques) nécessaire pour le futur de l'amélioration variétale des espèces andines.

Pour autant, nous pouvons conclure que les projets à développer doivent dépasser les frontières disciplinaires entre la sphère des sciences dures et la sphère des sciences humaines. Une approche par les socio-écosystèmes pourrait contribuer à améliorer l'articulation de ces deux sphères des savoirs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alexiades, M.N., 1996. Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual. New York Botanical Garden, Bronx, N.Y.. U.S.A.
- Altieri, M.A., 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Front. Ecol. Environ.* 2, 35–42. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- Altieri, M.A., Merrick, L., 1987. In situ conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Econ. Bot.* 41, 86–96. <https://doi.org/10.1007/BF02859354>
- Atran, S., Medin, D., Ross, N., Lynch, E., Vapnarsky, V., Ek', U., Coley, J., Timura, C., Baran, M., 2002. Folkecology, Cultural Epidemiology, and the Spirit of the Commons. *Curr. Anthropol.* 421–450.
- Babin, D., 2008. Les experts s'accordent sur un équivalent du GIEC en biodiversité. *Cah. Agric.* 17, 231–233.
- Barbault, R., Lifran, R., Doussan, I., Trommetter, M., 2008. Agriculture et Biodiversité: Comment appréhender leurs relations et organiser un bilan des connaissances?, in: *Agriculture et Biodiversité. Valoriser Les Synergies.*
- Barnaud, C., Mathevet, 2015. Géographie et participation: Des relations complexes et ambiguës., in: *Pour Une Géographie de La Conservation. Biodiversités, Natures et Sociétés.* pp. 263–286.
- Bass, S., Dalal-clayton, B., Pretty, J., 1995. Participation in Strategies for Sustainable Development, in: *Environmental Planning Issues N°7.* International Institute for Environment and Development (IIED), London.
- Bazile, D., 2015. Le quinoa, les enjeux d'une conquête. Editions Quae.
- Bazile, D., 2014. Des plantes et des hommes: Regards croisés sur la biodiversité. Tome 3: Synthèse. (Dossier pour obtenir le diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches). Université de Montpellier III, Département de Géographie, Ecole Doctorale 60 "Territoires, Temps, Sociétés et Développement," Montpellier, France.
- Bazile, D., 2013. Desarrollo territorial. La quinua, un catalizador de innovaciones. *Perspective* 4.
- Bazile, D., Bertero, D., Nieto, C. (Eds.), 2014. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013, FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia). ed.
- Bazile, D., Dembélé, S., Soumaré, M., Dembélé, D., 2008. Utilisation de la diversité variétale du sorgho pour valoriser la diversité des sols au Mali. *Cah. Agric.* 86–94. <https://doi.org/10.1684/agr.2008.0172>
- Begossi, A., Hanazaki, N., Tamashiro, J.Y., 2002. Medicinal Plants in the Atlantic Forest (Brazil): Knowledge, Use, and Conservation. *Hum. Ecol.* 30, 281–299. <https://doi.org/10.1023/A:1016564217719>
- Bergman, R., Kusner, J., 2000. Tierras del altiplano y economía campesina: agricultura en los límites más altos de los Andes del Sur del Perú; un estudio estadístico y de elaboración de mapas. *Hauptbd. ..., Estudios urbano regionales.* Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de Las Casas," Cuzco.
- Berkes, F. (Ed.), 1989. Common property resources: ecology and community-based sustainable development, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. ed. Belhaven Press, London ; New York.

- Berre, M., 1992. Territoires, in: Bailly, Ferras, Pumain (Eds.), *Encyclopédie*. pp. 617–638.
- Bioersity International, 2013. Harvesting quinoa diversity with Payment for Agrobiodiversity Conservation Services.
- Blandin, P., 2010. Biodiversité: l'avenir du vivant, Bibliothèque sciences. Albin Michel, Paris.
- Bonneuil, C., Fenzi, M., 2011. Des ressources génétiques à la biodiversité cultivée, Résumé, Abstract, Resumen. *Rev. Anthropol. Connaiss.* 5, n° 2, 206–233.
- Brack Egg, A., 2003. Perú: diez mil años de domesticación. Editorial Bruno, Lima.
- Brack Egg, A., 1999. Diccionario enciclopédico de plantas utiles del Perú. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ; Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de Las Casas, Peru?]; Cuzco.
- Brocard, M., 1988. A propos de “Chorèmes.” *Mappemonde* 4.
- Brookfield, H., 2012. Exploring Agrodiversity. Columbia University Press.
- Brown, A.H.D., Brubaker, C., 2002. Indicators for sustainable management of plant genetic resources: How well are we doing?, in: *Managing Plant Genetic Diversity*. pp. 249–262.
- Brown, A.H.D., Hodgkin, T., 2012. Mesurer, gérer et maintenir la diversité génétique des cultures dans les fermes., in: Jarvis, D.I., Padoch, C., Cooper, H.D. (Eds.), *Gestion de La Diversité Dans Les Systèmes Agricoles*. pp. 14–36.
- Brunel, S., 2008. A qui profite le développement durable ? Larousse.
- Brunet, R., 1997. Champs & contrechamps: raisons de géographe, Mappemonde. Belin, Paris.
- Brunet, R. (Ed.), 1990. Géographie universelle. ... Mondes nouveaux. Hachette [u.a.], Paris.
- Brunet, R., 1986. La carte-modèle et les chorèmes. *Mappemonde* 6.
- Brunet, R., 1980. La composition des modèles dans l'analyse spatiale. *Espace Géographique* 253–265.
- Brush, S.B. (Ed.), 2000. Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity. International Plant Genetic Resources Institute ; International Development Research Centre ; Lewis Publishers, Rome, Italy : Ottawa, Canada : Boca Raton, FL.
- Cadag, J., Gaillard, J., 2012. Integrating knowledge and actions in disaster risk reduction: the contribution of participatory mapping: Integrating knowledge and actions in disaster risk reduction. *Area* 44, 100–109. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2011.01065.x>
- Camargo, A., Rojas, W., 2004. Distribución geográfica e identificación taxonómica del germoplasma de quinua silvestre, Dans Informe final 2003-2004. Proyecto: Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA. PROINPA, La Paz, Bolivie.
- Campos, M., Velázquez, A., Verdinelli, G.B., Priego-Santander, Á.G., McCall, M.K., Boada, M., 2012. Rural People's Knowledge and Perception of Landscape: A Case Study From the Mexican Pacific Coast. *Soc. Nat. Resour.* 25, 759–774. <https://doi.org/10.1080/08941920.2011.606458>
- Canahua, A., 2012. Los tipos de quinuas en el Altiplano de Puno. (Proyecto Sipam). FAO, Puno, Peru.
- Canahua, A., Tapia, M., Ichuta, A., Cutipa, Z., 2002. Gestión del Espacio agrícola (aynoca) y agro biodiversidad en papa (*Solanum spp*) y Quinoa (*Chenopodium*

- quinoa Willd) en las comunidades campesinas de Puno., in: Peru: El Problema Agrario En Debate. Sepia IX, Puno, Peru, pp. 286–316.
- Candolle, A. de, 1882. Origine des plantes cultivées. Germer Baillière, Paris.
- CDB, 1992. . ONU.
- CGRFA, 2015. National Level conservation of crop wild relatives - Draft technical guidelines., CGRFA-15/15/Inf.24, December 2014. Item 5.2 de la Quinzième session ordinaire de la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture). FAO, Rome.
- Chambers, R., 1994. The origins and practice of participatory rural appraisal. World Dev. 22, 953–969. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90141-4](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90141-4)
- Chapin, M., Lamb, Z., Threlkeld, B., 2005. Mapping indigenous lands. Annu. Rev. Anthropol. 34, 619–638. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.34.081804.120429>
- Chapin, M., Threlkeld, B., 2001. Indigenous Landscapes: A Study in Ethnoscatterography. Center for the Support of Native Lands.
- Christensen, S.A., Pratt, D.B., Pratt, C., Nelson, P.T., Stevens, M.R., Jellen, E.N., Coleman, C.E., Fairbanks, D.J., Bonifacio, A., Maughan, P.J., 2007. Assessment of genetic diversity in the USDA and CIP-FAO international nursery collections of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using microsatellite markers. Plant Genet. Resour. 5, 82–95. <https://doi.org/10.1017/S1479262107672293>
- Clay, E., 2002. Food security: concepts and measurement., in: Trade Reforms and Food Security: Conceptualising the Linkages. pp. 25–34.
- Clément, V., 2004. Le développement durable : un concept géographique ? Géoconfluences.
- Cohen, J.I., Williams, J.T., Plucknett, D.L., Shands, H., 1991. Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources: Global Development and Environmental Concerns. Science 253, 866–872. <https://doi.org/10.1126/science.253.5022.866>
- Comai, S., Bertazzo, A., Bailoni, L., Zancato, M., Costa, C.V.L., Allegri, G., 2007. The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. Food Chem. 100, 1350–1355. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.072>
- Condori, P., 2013. Puno: El quispino, un potaje a base de quinua y cal [WWW Document]. RPP. URL <https://rpp.pe/peru/actualidad/puno-el-quispino-un-potaje-a-base-de-quinua-y-cal-noticia-576472> (accessed 11.10.17).
- Conway, G.R., 1987. The properties of agroecosystems. Agric. Syst. 95–117.
- Corbett, J. (Ed.), 2009. Cartographie participative et bonnes pratiques. IDA.
- Czech, B., Krausman, P.R., Borkhataria, R., 1998. Social Construction, Political Power, and the Allocation of Benefits to Endangered Species. Conserv. Biol. 12, 1103–1112. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.97253.x>
- D'Aquino, P., 2007. Empowerment and Participation: How could the wide range of social effects of participatory approaches be better elicited and compared?
- Davidson-Hunt, I., Berkes, F., 2012. Journeying and remembering: Anishinaabe landscape ethnoecology from Northwestern Ontario., in: Johnson, L.M., Hunn, E. (Eds.), Landscape Ethnoecology, Concepts of Physical and Biotic Space. Berghahn Books, New York.
- Deguine, J.-P., Gloanec, C., Laurent, P., Ratnadass, A., Aubertot, J.-N., 2016. Protection agroécologique des cultures. Éditions Quae, Versailles.

- del Castillo, Carmen, Winkel, T., Mahy, G., Bizoux, J.-P., 2007. Genetic structure of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from the Bolivian altiplano as revealed by RAPD markers. *Genet. Resour. Crop Evol.* 54, 897–905.
- del Castillo, C., Winkel, T., Mahy, G., Bizoux, J.P., 2007. Genetic structure of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from the Bolivian altiplano as revealed by RAPD markers. *Genet. Resour. Crop Evol.* 54, 897–905. <https://doi.org/10.1007/s10722-006-9151-z>
- Del Castillo, C., Mahy, G., Winkel, T., 2008. La quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente " bio-équitable ". BASE.
- Demol, J., 2002. Amélioration des plantes: application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Presses Agronomiques de Gembloux.
- Dini, I., Tenore, G.C., Dini, A., 2005. Nutritional and antinutritional composition of Kancolla seeds: an interesting and underexploited andine food plant. *Food Chem.* 92, 125–132. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.008>
- Dollfus, O., Brunet, R., 1990. Géographie universelle, Centre national des lettres (France). ed. Hachette/Reclus, Paris.
- Doweidar, M., Kamel, A., 2011. Using of quinoa for production of some bakery products (gluten-free). *Egypt. J Nutr.* 26, 21–52.
- Dugué, P., Jouve, A.M., 2008. Territorial dynamics and changes in production systems. *Doss. Agropolis Int. Societies and sustainable development*, 6–9.
- Dulloo, M.E., Fiorino, E., Thormann, I., 2015. Research on Conservation and Use of Crop Wild Relatives, in: Redden, R., Coordinator, S.S.Y.P.C., Nigelxtd, Dulloo, M.E., Guarino, L., Smith, P. (Eds.), *Crop Wild Relatives and Climate Change*. John Wiley & Sons, Inc, pp. 108–129. <https://doi.org/10.1002/9781118854396.ch7>
- Ellen, R., 2010. Why aren't the Nuaulu like the Matsigenka? Knowledge and categorization of forest diversity on Seram, Eastern Indonesia, in: Johnson, L.M., Hunn, E.S. (Eds.), *Landscape Ethnecology: Concepts of Biotic and Physical Space*. Berghahn Books, New York and Oxford.
- FAO, 2013. Année internationale du quinoa 2013 [WWW Document]. Année Int. Quinoa 2013. URL <http://www.fao.org/quinoa-2013/fr/> (accessed 4.4.18).
- FAO (Ed.), 2012. Second global plan of action for plant genetic resources for food and agriculture: adopted by the FAO Council, Rome, Italy, 29 November 2011. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO, 1996. Report of the World Food Summit. Rome Food And Agriculture Organization Of The United Nations.
- FAO, 1989. Plan genetic resources: Their conservation in situ for Human Use. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- FAO, 1975. Report of the World Food Summit. Rome Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome 5-16 November 1974.
- Ferras, R., 1993. Les modèles graphiques en géographie, Collection Géo-poche. Economica ; GIP Reclus, Paris : Montpellier.
- Figueiredo, G., Leitão-Filho, H., Begossi, A., 1997. Ethnobotany of Atlantic Forest Coastal Communities: II. Diversity of Plant Uses at Sepetiba Bay (SE Brazil). *Hum. Ecol.* 25, 353–360. <https://doi.org/10.1023/A:1021934408466>
- Fioravanti-Molinié, A., 1975. Contribution à l'étude des sociétés étagées des Andes : la vallée de Yucay (Pérou). Suivi de Quelques commentaires par J. V. Murra. *Études Rural.* 57, 35–59. <https://doi.org/10.3406/rural.1975.1968>

- Flores, J., Mamani, E., Pinto, M., Rojas, W., 2008. La quinua silvestre. Usos y potencialidades.
- Frankel, O.H., Bennett, E., Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Biological Programme (Eds.), 1970. Genetic resources in plants: their exploration and conservation, IBP handbook. Distributed by Blackwell Scientific, Oxford.
- Frankel, O.H., Hawkes, J.G., 1975. Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. CUP Archive.
- Frémont, A., 1976. La région, espace vécu. Presses universitaires de France.
- Frese, L., Bjorn, G.K., Branca, F., Ford-Lloyd, B.V., Germeier, C.U., Iriondo, J.M., Katsiotis, A., Kell, S.P., Maxted, N., Negri, V., Pinheiro de Carvalho, M.A.A., 2012. Genetic reserve conservation of European crop wild relative and landrace diversity., in: Agrobiodiversity Conservation. pp. 1–6.
- Friis-Hansen, E., Sthapit, B.R., International Plant Genetic Resources Institute (Eds.), 2000. Participatory approaches to the conservation and use of plant genetic resources. IPGRI, Rome, Italy.
- Fuentes, F.F., Bazile, D., Bhargava, A., Martinez, E.A., 2012. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. *J. Agric. Sci.* 150, 702–716. <https://doi.org/10.1017/S0021859612000056>
- Fuentes, F.F., Martinez, E.A., Hinrichsen, P.V., Jellen, E.N., Maughan, P.J., 2009. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conserv. Genet.* 10, 369–377. <https://doi.org/10.1007/s10592-008-9604-3>
- Funtowicz, S., Ravetz, J., 1994. Emergent complex systems. *Futures, Special Issue Complexity: Fad or Future?* 26, 568–582. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(94\)90029-9](https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90029-9)
- Gallais, A., Ricroch, A., 2006. Plantes transgéniques : faits et enjeux. Editions Quae.
- Galwey, N.W., 1992. The potential of quinoa as a multi-purpose crop for agricultural diversification: a review. *Proc. Eur. Symp. Ind. Crops Prod.* 1, 101–106. [https://doi.org/10.1016/0926-6690\(92\)90006-H](https://doi.org/10.1016/0926-6690(92)90006-H)
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Condori, O., Mamani, J., Miranda, R., Cusicanqui, J., Taboada, C., Yucra, E., Vacher, J., 2008. Could deficit irrigation be a sustainable practice for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the Southern Bolivian Altiplano? *Agric. Water Manag.* 95, 909–917. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.02.012>
- Gilmore, M.P., Ros Ochoa, S., Rios-Flores, S., 2012. The cultural significance of the habitat Mañaco Taco to the Maijuna of the Peruvian Amazon, in: Johnson, L.M., Hunn, E.S. (Eds.), *Landscape Ethnoecology: Concepts of Biotic and Physical Space*. Berghahn Books, New York.
- Gomez-Pando, L., Mujica, A., Chura, E., Canahua, A., Perez, A., Tejada, T., Villantoy, A., Pocco, M., Gonzalez, V., Marca, S., Cconas, W., 2015. Peru, in: Bazile, D. (Ed.), *State of the Art Report on Quinoa around the World in 2013*. pp. 450–461.
- Gonzales, T., 2000. The cultures of the seed in the Peruvian Andes., in: Brush, S.B. (Ed.), *Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity*. pp. 193–216.
- Gonzales, T., Chambi, N., Machaca, M., 1998. Nurturing the seed in the Peruvian Andes. *Seedling* 15, 21–27.
- Grataloup, C., 1996. *Lieux d'histoire : essai de géohistoire systématique*. Montpellier : GIP RECLUS.

- Griffon, M., 2017. Éléments théoriques en agroécologie : l'intensivité écologique. OCL 24, D302. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017016>
- Hainzelin, É., 2013. Cultiver la biodiversité pour transformer l'agriculture, Synthèses Quae Synthèses 1777-4624. Quae, Versailles.
- Hainzelin, É., Nouaille, C., 2013. La diversité du vivant, moteur du fonctionnement écologique., in: Cultiver La Biodiversité Pour Transformer l'agriculture. pp. 23–54.
- Hawkes, J.G., 1990. Qu'est-ce que les ressources génétiques et pourquoi faut-il les conserver? Impact Sci. Société, La conservation et la gestion de nos ressources génétiques. 111–122.
- Hazard, L., 2016. Agrobiodiversité – Dictionnaire d'agro-écologie.
- Henke, J.M., Petropoulos, G.P., 2013. A GIS-based exploration of the relationships between human health, social deprivation and ecosystem services: The case of Wales, UK. Appl. Geogr. 45, 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.07.022>
- Herlihy, P., Knapp, G., 2003. Maps of, by, and for the Peoples of Latin America. Hum. Organ. 62, 303–314. <https://doi.org/10.17730/humo.62.4.8763apjq8u053p03>
- Hermann, M., 2000. Successes and pitfalls of linking nutritionally promising Andean crops to markets, in: Diversifying Food and Diets: Using Agricultural Biodiversity to Improve Nutrition and Health. pp. 164–185.
- Heywood, V., 2008. Challenges of in situ conservation of crop wild relatives. Turk. J. Bot. 32, 421–432.
- Holden, J.H.W. (John H.W.), Williams, J.T., International Board for Plant Genetic Resources, 1984. Crop genetic resources : conservation & evaluation / edited by J.H.W. Holden and J.T. Williams. Allen & Unwin, London ; Boston.
- Hoyt, E., 1992. La conservation des plantes sauvages apparentées aux plantes cultivées. BRG Bureau des Ressources Génétiques ; Conseil international des ressources phytogénétiques ; Union mondiale pour la nature : Fonds mondial pour la nature, Paris; Rome, Italie; Gland, Suisse.
- Hunn, E.S., 2002. Evidence for the Precocious Acquisition of Plant Knowledge by Zapotec Children, in: Stepp, J., Wyndham, F.S., Zarger, R.K. (Eds.), Ethnobiology and Biocultural Diversity. International Society of Ethnobiology, Athens, GA, pp. 604–613.
- Hunter, D., Heywood, V.H. (Eds.), 2010a. Crop wild relatives: a manual of in situ conservation, 1st ed. ed, Issues in agricultural biodiversity. Earthscan, London ; Washington, DC.
- Hunter, D., Heywood, V.H. (Eds.), 2010b. Participatory approaches for CWR in situ conservation, in: Crop Wild Relatives: A Manual of in Situ Conservation, Issues in Agricultural Biodiversity. Earthscan, London ; Washington, DC, pp. 87–108.
- ICCA, 2015. El mercado y la producción de quinua en el Perú. Lima.
- Ingram, G.B., 1990. Management of biosphere reserves for the conservation and utilization of genetic resources: the social choices. Impact Sci. Soc. 40, 133–141.
- Iriondo, J.M., De Hond, L., 2008. Crop wild relative in situ management and monitoring: The time has come., in: Maxted, N. (Ed.), Crop Wild Relative Conservation and Use. pp. 319–330.
- Jackson, L.E., Pascual, U., Hodgkin, T., 2007. Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. Agric. Ecosyst. Environ. 121, 196–210. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.017>

- Jacobsen, S.-E., 2003. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev. Int.* 19, 167–177. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018883>
- Jaffro, L., 2001. Habermas et le sujet de la discussion. Cités 71–85. <https://doi.org/10.3917/cite.005.0071>
- Jankowski, F., 2013. Les typologies traditionnelles sont-elles fonctionnelles ? Recherche participative et connaissance locale des sols au Senegal. *Rev. Anthropol. Connaiss.* 7, 271–290. <https://doi.org/10.3917/rac.018.0271>
- Jankowski, F., Marec, J.L., 2014. Legitimation des savoirs environnementaux dans un programme de recherche participative au Senegal. *Nat. Sci. Soc.* 22, 15–22. <https://doi.org/10.1051/nss/2014015>
- Jaramillo, S., Baena, M., 2000. Material de apoyo a la capacitacion en conservacion ex situ de recursos fitogeneticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogeneticos, Colombia.
- Jardel Peláez, E.J., Graf Montero, S.H., Santana C., E., Ávila Palafox, R., 2013. Biodiversité et viabilité de l’agriculture paysanne dans la Réserve de Biosphère Sierra de Manantlán, Mexique. *Rev. D’ethnoécologie.* <https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.1426>
- Jarvis, D., Myers, L., Klemick, H., Guarino, L., Smale, A., Brown, B., Sadiki, M., Sthapit, B., Hodgkin, T., 2000. A Training guide for in situ conservation on farm. IPGRI, Rome, Italy.
- Jarvis, D.I., Hodgkin, T., Brown, A.H.D., Tuxill, J., Noriega, I.L., Smale, M., Sthapit, B., 2016. Crop Genetic Diversity in the Field and on the Farm: Principles and Applications in Research Practices. Yale University Press.
- Jarvis, D.I., Padoch, C., Cooper, H.D., Walter, A., 2011. Manejo de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas. Publicado por Bioversity Internacional, Roma.
- Jellen, E.N., Maughan, P.J., Fuentes, F.F., Kolano, B., 2015. Botany, phylogeny and evolution, in: Bazile, D. (Ed.), State of the Art Report on Quinoa around the World in 2013. FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia), pp. 12–25.
- Johnson, L.M., Hunn, E.S., 2010. Landscape ethnoecology: Reflections, in: Johnson, L.M., Hunn, E.S. (Eds.), Landscape Ethnoecology: Concepts of Biotic and Physical Space. Berghahn Books, New York and Oxford.
- Kell, S.P., Maxted, N., Frese, L., Iriondo, J.M., 2012. In situ conservation of crop wild relatives: A strategy for identifying priority genetic reserve sites., in: Agrobiodiversity Conservation. pp. 7–19.
- Kellert, S.R., 1996. The value of life: biological diversity and human society. Island Press [for] Shearwater Books, Washington, D.C.
- King, A., 2000. A brief review of participatory tools and techniques for the conservation and use of plant genetic resources., in: Friis-Hansen, E., Sthapit, B. (Eds.), Participatory Approaches to Conservation and Use of Plant Genetic Resources. IPGRI, Rome, Italy, pp. 27–43.
- Kozioł, M.J., 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J. Food Compos. Anal.* 5, 35–68. [https://doi.org/10.1016/0889-1575\(92\)90006-6](https://doi.org/10.1016/0889-1575(92)90006-6)
- Krohmer, J., 2010. Landscape perception, classification, and use among Sahelian Fulani in Burkina Faso, in: Johnson, L.M., Hunn, E.S. (Eds.), Landscape Ethnoecology: Concepts of Biotic and Physical Space. Berghahn Books, New York and Oxford.
- Laganier, R., Villalba, B., Zuindeau, B., 2002. Le développement durable face au territoire : éléments pour une recherche pluridisciplinaire. *Dév. Durable Territ.*

- Économie Géographie Polit. Droit Sociol.
<https://doi.org/10.4000/developpementdurable.774>
- Laguna, P., Cáceres, Z., Carimentrand, A., 2006. Del Altiplano Sur Bolivariano hasta el mercado global: Coordinación y estructuras de gobernanza de la cadena de valor de la quinua orgánica y del comercio justo. *Agroalimentaria* 11, 65–76.
- Lairez, J., Feschet, P., 2015. Du développement durable à l'évaluation multicritère: les bases., in: *Agriculture et Développement Durable. Guide Pour l'évaluation Multicritère*. pp. 28–52.
- Laituri, M., 2011. Indigenous Peoples' Issues and Indigenous Uses of GIS, in: *The SAGE Handbook of GIS and Society*. SAGE Publications, Inc., 1 Oliver's Yard, 55 City Road London EC1Y 1SP, pp. 202–221.
<https://doi.org/10.4135/9781446201046.n11>
- Larrère, C., Larrère, R., 2011. *Du bon usage de la nature: Pour une philosophie de l'environnement*. Flammarion.
- Le Roux, X., 2008. *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. (Expertise scientifique collective)*. INRA, France.
- Leakey, R.E., 1996. *The Sixth Extinction: Patterns of Life and the Future of Humankind*. Anchor Books.
- Lenné, J.M., 2011. Food security and agrobiodiversity management., in: *Agrobiodiversity Management for Food Security. A Critical Review*. pp. 12–25.
- Lenné, J.M., Wood, D. (Eds.), 2011. *Agrobiodiversity management for food security: a critical review*. CABI, Wallingford, Oxfordshire ; Cambridge, MA.
- Levrel, H., 2006. Biodiversité et développement durable: Quels indicateurs? EHESS.
- Louafi, S., Bazile, D., Noyer, J.L., 2013. Conserver et cultiver la diversité génétique agricole: aller au-delà des clivages établis., in: *Cultiver La Biodiversité Pour Transformer l'agriculture*. pp. 185–222.
- Lozada, M., Ladio, A., Weigandt, M., 2006. Cultural transmission of ethnobotanical knowledge in a rural community of northwestern Patagonia, Argentina. *Econ. Bot.* 60, 374–385.
[https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2006\)60\[374:CTOEKI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2006)60[374:CTOEKI]2.0.CO;2)
- Luzar, J., 2007. The Political-Ecology of a "Forest Transition": Eucalyptus forestry in the Southern Peruvian Andes. *Ethnobot. Res. Appl.* 5, 085–093.
<https://doi.org/10.17348/era.5.0.85-93>
- Mamani, E., Flores, J., Pinto, M., Rojas, W., 2013. Estado de la conservacion in situ de la quinua silvestre en el area circundante al lago Titicaca, Bolivia, in: Vargas, M. (Ed.), *Fundacion PROINPA. Presented at the Congreso Cientifico de la Quinoa (Memorias), Ministro de Desarrollo Rural y Tierras, IICA, La Paz, Bolivia*, pp. 55–64.
- Maris, V., 2010. *Philosophie de la biodiversité: petite éthique pour une nature en péril, Écologie*. Buchet-Chastel, Paris.
- Marty, P., Vivien, F.-D., Lepart, J., Larrère, R., 2005. *Les biodiversités : objets, théories, pratiques*.
- Mathevet, Godet, L. (Eds.), 2015. *Pour une géographie de la conservation: biodiversités, natures et sociétés, Colloques & Rencontres*. L'Harmattan, Paris.
- Mathevet, Marty, P., 2015. La geographie de la conservation: Entrevoir, voir et porter attention à la biodiversité., in: *Pour Une Géographie de La Conservation. Biodiversités, Natures et Sociétés*. pp. 35–62.

- Mathevet, Poulin, B., 2006. De la biologie à la géographie de la conservation (From conservation biology to conservation geography). *Bull. Assoc. Géographes Fr.* 83, 341–354. <https://doi.org/10.3406/bagf.2006.2520>
- Mauz, I., 2011. Le renouveau des inventaires naturalistes au début du XXI^e siècle. *Quad. Commun. Technol. Pouvoir* 13–23. <https://doi.org/10.4000/quaderni.81>
- Maxted, N., 2012. *Agrobiodiversity conservation: Securing the diversity of crop wild relatives and landraces*. CABI.
- Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V., Jury, S., Kell, S., Scholten, M., 2006. Towards a definition of a crop wild relative. *Biodivers. Conserv.* 15, 2673–2685. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-5409-6>
- Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V., Kell, S.P., Iriondo, J.M., Dulloo, M.E., Turok, J. (Eds.), 2007. *Crop wild relative conservation and use*. CABI, Wallingford, UK; Cambridge, MA. <https://doi.org/10.1079/9781845930998.0000>
- Maxted, N., Kell, S.P., Ford-Lloyd, B.V., 2008. Crop wild relative conservation and use: Establishing the context., in: Maxted, N. (Ed.), *Crop Wild Relative Conservation and Use*. pp. 3–30.
- Mazoyer, M., Roudart, L., 2017. *Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine*, 1st ed. ed. Le Seuil.
- Mermet, L., 1992. *Stratégies pour la gestion de l'environnement: la nature comme jeu de société?*, Environnement. L'Harmattan.
- MINAGRI, 2017. *La quinoa: Produccion y comercio del Peru (Perfil tecnico No. 2)*. Direccion general de politicas agrarias.
- MINAGRI, 2015. *Quinoa Peruana: Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015 (Estudio Técnico No. N°1-2015)*. MINAGRI, Peru.
- Mitchell, N., Rössler, M., Tricaud, P., 2011. *Paysages culturels du patrimoine mondial. Guide pratique de conservation et de gestion (Cahier du patrimoine mondial No. 26)*. Unesco, France.
- Monteiro, J., Albuquerque, U., Lins-Neto, E., Araújo, E., Amorim, E., 2006. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. *J. Ethnopharmacol.* 105, 173–186. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.10.016>
- Montgomery, C.A., 2002. Ranking the benefits of biodiversity: an exploration of relative values. *J. Environ. Manage.* 65, 313–326. <https://doi.org/10.1006/jema.2002.0553>
- Morlon, P., 1992. *Comprendre l'agriculture paysanne dans les Andes Centrales (Pérou-Bolivie)*. Editions Quae, Paris.
- Mousnier, M., 2015. Quand la carte interroge le territoire, in: Cursente, B. (Ed.), *Les Territoires Du Médiéviste, Histoire*. Presses universitaires de Rennes, Rennes, pp. 417–437.
- Mujica, A., 1994. Andean grains and legumes, in: Bermejo, H., Leon, J. (Eds.), *Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective.*, Plant Production and Protection Series. FAO, Rome, Italy, pp. 131–148.
- Mujica, A., Izquierdo, J., Marathee, J., 2001. Origen y descripción de la quinua, in: Mujica, A., Jacobsen, S.E., Marathee, J. (Eds.), *Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd.): Ancestral Cultivo Andino, Alimento Del Presente y Futuro*. Santiago de Chile, pp. 9–29.
- Mujica, A., Jacobsen, S.E., 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica Los Andes Cent.*, Universidad Mayor de San Andrés 449–457.

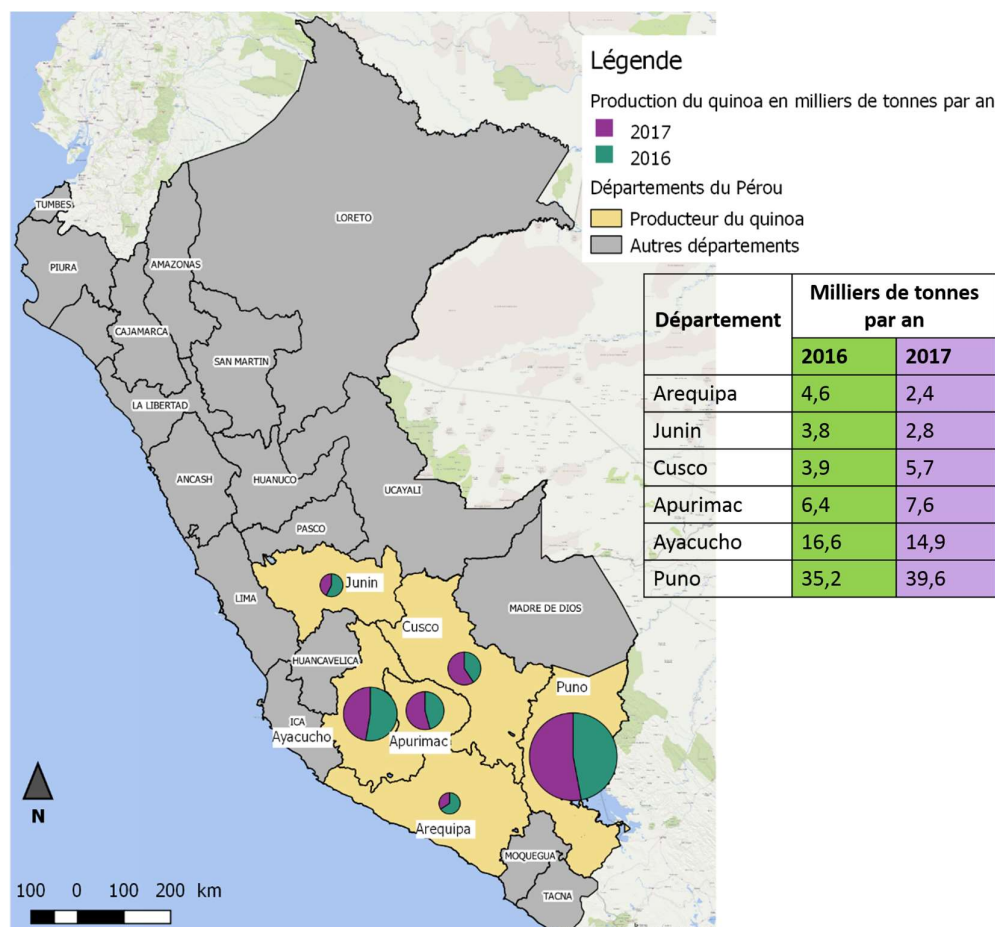
- Mujica, A., Jacobsen, S.E., 2000. Agrobiodiversidad de las aynokas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la seguridad alimentaria. Presented at the Seminario Agrobiodiversidad en la Region Andina y Amazonica, pp. 151–156.
- Mujica, A., Suquilanda, M., Chura, E., Ruiz, E., León, A., Cutipa, S., Ponce, C., 2013. Producción orgánica de quinua. Universidad del Altiplano, Puno, Pérou.
- Murra, J., 1972. El “control vertical” de un maximo de pisos ecologicos en la economia de las sociedades andinas. Huanuco :U. Hermilio Valdizan, Peru.
- Nguyen, T.T., Pham, V.D., Tenhunen, J., 2013. Linking regional land use and payments for forest hydrological services: A case study of Hoa Binh Reservoir in Vietnam. *Land Use Policy* 33, 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.12.015>
- Noucher, M., 2009. La donnée géographique aux frontières des organisations : approche socio-cognitive et systémique de son appropriation. (phdthesis). Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).
- Ohmagari, K., Berkes, F., 1997. Transmission of indigenous knowledge and bush skills among the Western James Bay Cree women of Subarctic Canada. *Hum. Ecol.* 25, 197–222.
- Orlove, B.S., Brush, S.B., 1996. Anthropology and the Conservation of Biodiversity. *Annu. Rev. Anthropol.* 25, 329–352.
- Ostrom, E., 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action, Political Economy of Institutions and Decisions*. Cambridge University Press.
- Palsky, G., 2013. Cartographie participative, cartographie indisciplinée. *Inf. Géographique* 77, 10. <https://doi.org/10.3917/lig.774.0010>
- Perrings, C., Jackson, L., Bawa, K., Brussaard, L., Brush, S., Gavin, T., Papa, R., Pascual, U., De Ruiter, P., 2006. Biodiversity in Agricultural Landscapes: Saving Natural Capital without Losing Interest. *Conserv. Biol.* 20, 263–264. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00390.x>
- Pfeiffer, J., Butz, R.J., 2005. Assessing cultural and ecological variation in ethnobiological research: The importance of gender. *J. Ethnobiol.* 25, 240–278. [https://doi.org/10.2993/0278-0771\(2005\)25\[240:ACAEVI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2993/0278-0771(2005)25[240:ACAEVI]2.0.CO;2)
- Pinto, M., Mamani, E., Rojas, W., 2008. Distribucion geografica de especies de quinoa silvestre conservadas en el Banco de Germoplasma de Granos Andinos. *Rev. Agric.-UMSS* 45–55.
- Pitrat, M., Foury, C., 2015. *Histoires de légumes: Des origines à l’orée du XXIe siècle*. Quae.
- Pulgar Vidal, J., 1987. *Geografía del Perú: las ocho regiones naturales, la regionalización transversal, la microregionalización*. PEISA.
- Quiroga, C., Escalera, R., Aroni, G., Bonifacio, A., Gonzalez, J.A., Villca, M., Saravia, R., Ruiz, A., 2014. Procesos Tradicionales e Innovaciones Tecnológicas en la Cosecha, Beneficiado e Industrialización de la Quinoa, in: *Estado Del Arte de La Quinoa En El Mundo En 2013*. Bazile, D. et al. (eds.), pp. 258–296.
- Rambaldi, G., Kyem, P., McCall, M., Weiner, D., 2006. Participatory Spatial Information Management and Communication in Developing Countries. *Electron. J. Inf. Syst. Dev. Ctries.* 25, 1–9. <https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2006.tb00162.x>
- Rapport Brundtland. (Rapport de la Commission mondiale sur l’environnement et le développement de l’ONU), 1987. , *Notre Avenir à tous*. CMED, Oslo.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S.-E., 2003. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium*

- pallidicaule*). Food Rev. Int. 19, 179–189. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Reynaud, A., 1981. Société, espace et justice: inégalités régionales et justice socio-spatiale, 1re éd. ed, Espace et liberté. Presses universitaires de France, Paris.
- Ricou, C., 2014. Conception d'un indicateur prédictif évaluant les effets des pratiques agricoles sur la diversité floristique et ses services en grandes cultures à l'échelle de la bordure de champ. Université de Lorraine, Ecole Doctorale RP2E, Nancy - Colmar (LAE).
- Risi, J., Galwey, N.W., 1984. The Chenopodium Grains of the Andes : Inca Crops for Modern Agriculture. Adv. Appl. Biol. 145–216.
- Riu-Bosoms, C., Vidal, T., Duane, A., Fernandez-Llamazares, A., Gueze, M., Luz, A.C., Paneque-Gálvez, J., Macia, M.J., Reyes-Garcia, V., 2015. Exploring Indigenous Landscape Classification across Different Dimensions: A Case Study from the Bolivian Amazon. Landsc. Res. 40, 318–337. <https://doi.org/10.1080/01426397.2013.829810>
- Robbins, S., 2003. Organizational behavior, 10th ed. ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Rojas, W., 2010. Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia, en el marco del proyecto IFAD-INUS I y II para Bolivia. 2001-2010. PROINPA, La Paz, Bolivie.
- Rojas, W., Soto, J.L., Pinto, M., Jäger, M., Padulosi, S. (Eds.), 2010. Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International, Rome, Italie.
- Röling, N., Wagemakers, M., 1998. A new practice: facilitating sustainable agriculture, in: Röling, N., Wagemakers, M. (Eds.), Facilitating Sustainable Agriculture: Participatory Learning and Adaptive Management in Times of Environmental Uncertainty. Cambridge University Press, Cambridge, U.K ; New York, pp. 3–22.
- Rosell, M., 1997. Access to genetic resources: A critical approach to decision 391 'common regime on access to genetic resources' of the cartagena agreement. Rev. Eur. Community Int. Environ. Law 6, 274–283. <https://doi.org/10.1111/1467-9388.00109>
- Rougerie, G., 1988. Géographie de la biosphere. Armand Colin, Paris.
- Ruiz, K., Biondi, S., Oses, R., Acuña, I.S., Antognoni, F., Martinez, E.A., Coulibaly, A., Canahua, A., Pinto, M., Zurita, A., Bazile, D., Jacobsen, S.E., Molina, M.A., 2014. Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. Agron. Sustain. Dev. 34, 349–359. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0195-0>
- Ruiz Muller, M., Roca, W., 2004. Informe del seminario Regional sobre Acceso a los Recursos Fitogeneticos en la Region Andina: El Convenio de la biodiversidad Biologica, la Decision 391 y el tratado internacional de la FAO. International Potato Center.
- Santilli, J., 2009. Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores, 1a ed. ed, Livro verde. Editora Peirópolis, São Paulo, SP.
- Sauer, C., 1925. The Morphology of Landscape. Univ. Calif. Publ. Geogr. 2, 19–53.
- Schacter, D.L., Gilbert, D.T., Wegner, D.M., Hood, B.M., 2011. Psychology. Palgrave Macmillan, Basingstoke.
- Setalaphruk, C., Price, L., 2007. Children's traditional ecological knowledge of wild food resources: a case study in a rural village in Northeast Thailand. J. Ethnobiol. Ethnomedicine 3, 33. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-3-33>

- Silvestri, L.C., 2016. Conservación de la diversidad genética en el Perú: desafíos en la implementación del régimen de acceso a recursos genéticos y distribución de beneficios. *Rev. Peru. Biol.* 23, 73. <https://doi.org/10.15381/rpb.v23i1.11837>
- Sivignon, M., 1995. Chorèmes : éléments pour un débat. *Hérodote* 93–109.
- Soukup, J., 1980. Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catálogo de los géneros. Editorial Salesiana.
- Soulé, M.E., 1985. What is Conservation Biology? A new synthetic discipline addresses the dynamics and problems of perturbed species, communities, and ecosystems. *BioScience* 35, 727–734. <https://doi.org/10.2307/1310054>
- Stoffle, R., Halmo, D., Evans, M., Olmsted, J., 1990. Calculating the Cultural Significance of American Indian Plants: Paiute and Shoshone Ethnobotany at Yucca Mountain, Nevada. *Am. Anthropol.* 92, 416–432. <https://doi.org/10.1525/aa.1990.92.2.02a00100>
- Tapia, M., 1994. Rotación de cultivos y su manejo en los Andes del Perú., in: Hervé, D., Genin, D., Riviere, G. (Eds.), *Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes*. ORSTOM - IBTA, La Paz, Bolivia, pp. 37–54.
- Tapia, M., Canahua, A., Ignacio, S., 2014. *Las Razas de Quinuas del Perú*, 1st ed. ed. ANPE Peru and CONCYTEC, Lima, Peru.
- Tapia, M.E., 1996. *Ecodesarrollo en los Andes altos*. Fundación Friedrich Ebert.
- Tapia, M.E., Fries, A.M., Mazar, I., Rosell, C., 2007. *Guía de campo de los cultivos andinos*, 1. ed. ed. Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú ; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Lima : Roma.
- Teshome, A., Brown, A.H.D., Hodgkin, T., 2010. Diversity in Landraces of Cereal and Legume Crops, in: Janick, J. (Ed.), *Plant Breeding Reviews*. John Wiley & Sons, Inc., Oxford, UK, pp. 221–261.
- Theobald, D.M., Spies, T., Kline, J., Maxwell, B., Hobbs, N.T., Dale, V.H., 2005. Ecological support for rural land-use planning. *Ecol. Appl.* 15, 1906–1914. <https://doi.org/10.1890/03-5331>
- Théry, H., 1986. *Brésil, un atlas chorématique*.
- Thomas, E., Vandebroek, I., Damme, P.V., 2007. What works in the field? A comparison of different interviewing methods in ethnobotany with special reference to the use of photographs. *Econ. Bot.* 61, 376. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2007\)61\[376:WWITFA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2007)61[376:WWITFA]2.0.CO;2)
- Tisdell, C., Wilson, C., Swarna Nantha, H., 2006. Public choice of species for the ‘Ark’: Phylogenetic similarity and preferred wildlife species for survival. *J. Nat. Conserv.* 14, 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2005.11.001>
- Trusler, S., Johnson, L.M., 2008. “Berry Patch” As a Kind of Place—the Ethnoecology of Black Huckleberry in Northwestern Canada. *Hum. Ecol.* 36, 553–568. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9176-3>
- Turner, N., 1988. “The Importance of a Rose”: Evaluating the Cultural Significance of Plants in Thompson and Lillooet Interior Salish. *Am. Anthropol.* 90, 272–290.
- UEBT, 2016. *ABS in Peru, Access and Benefit Sharing*. Union for Ethical BioTrade (UEBT).
- van Kessel, J., Enríquez, P., 2015. *Señas y señaleros de la madre tierra: agronomía andina*.
- Van Soest, L.J.M., 1990. La préservation des ressources phytogénétiques dans les banques de gènes. *Impact Sci. Société, La conservation et la gestion de nos ressources génétiques*. 123–138.

- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez, E.A., 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Food Agric.* 90, 2541–2547. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
- Veyret, Y., al., 2005. *Le développement durable : approches plurielles*. Hatier, Paris.
- Veyret, Y., Simon, L., 2006. Biodiversité, développement durable et Géographie. *Ann. Mines - Responsab. Environ.* 76–83.
- Vieira Pak, M., 2012. *Le boom de la quinoa dans l'Altiplano Sud de la Bolivie : bouleversement du système agraire, discours et tensions socio-environnementales*. (Doctoral thesis AgroParisTech). ABIES Doctoral School, specialisation environmental science, France.
- VMABCC-BIOVERSITY, 2009. *Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia*. Plural Editores, La Paz, Bolivie.
- Wandersee, J., Schüssler, E., 2001. Toward a theory of plant blindness. *Plant Sci. Bull.* 47, 2–9.
- Weber, J., 1995. Gestion des ressources renouvelables: fondements théoriques d'un programme de recherche, in: Bouamrane, M., Antona, M., Barbault, R., Cormier-Salem, M.C. (Eds.), *Rendre Possible: Jacques Weber, Itinéraire d'un Économiste Passe-Frontières, Indisciplines*. Éditions Quae ; IRD éditions, Versailles, pp. 35–52.
- Wood, D., Lenné, J.M., 1999. *Agrobiodiversity: Characterization, utilization and management*. CABI, Wallingford.
- Wood, S.A., Karp, D.S., DeClerck, F., Kremen, C., Naeem, S., Palm, C.A., 2015. Functional traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services. *Trends Ecol. Evol.* 30, 531–539. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.013>
- Zalles, J., De Lucca, M., 2006. *Utasán Utjir Qollanaka. Medicinas junto a nuestra casa. Descripción y uso de 100 plantas medicinales del Altiplano Boliviano*. La Paz, Bolivie.
- Zarger, R.K., 2002. Acquisition and transmission of subsistence knowledge by K'ekchi Maya children in Bezile, in: Stepp, J., Wyndham, F.S., Zarger, R.K. (Eds.), *Ethnobiology and Biocultural Diversity*. International Society of Ethnobiology, Athens, GA, pp. 593–603.
- Zimmerer, K.S., 1999. Overlapping Patchworks of Mountain Agriculture in Peru and Bolivia: Toward a Regional-Global Landscape Model. *Hum. Ecol.* 27, 135–165. <https://doi.org/10.1023/A:1018761418477>

ANNEXE 1 - PRODUCTION DE QUINOA CULTIVE PAR DEPARTEMENT PRODUCTEUR AU PEROU, 2016-2017, EN MILLIERS DE TONNES PAR AN



ANNEXE 2 - PHOTOGRAPHIES DES SEPT ESPECES DE PARENTS SAUVAGES DU QUINOA CULTIVE ET DES TYPES DE QUINOA, UTILISEES LORS DES ENTRETIENS (PHOTOS- QUESTIONNAIRES)

Chenopodium hircinum Schrad.



Photos prises à partir d'un échantillon de l'espèce *C. hircinum* Schrad. à l'herbier de l'Université Nationale de l'Altiplano, Ecole d'Agronomie, et collecté par José Rossel l'année 2002.

***Chenopodium quinoa ssp. melanospermum* Hunz.**



Photos prises à partir d'un échantillon de l'espèce *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. à l'herbier de l'Université Nationale de l'Altiplano, Ecole d'Agronomie.

Chenopodium petiolare Kunth



Photos prises à partir d'un échantillon de l'espèce *C. petiolare* Kunth à l'herbier de l'Université Nationale de l'Altiplano, Ecole d'Agronomie, collecté l'année 2002.

***Chenopodium pallidicaule* Aellen**



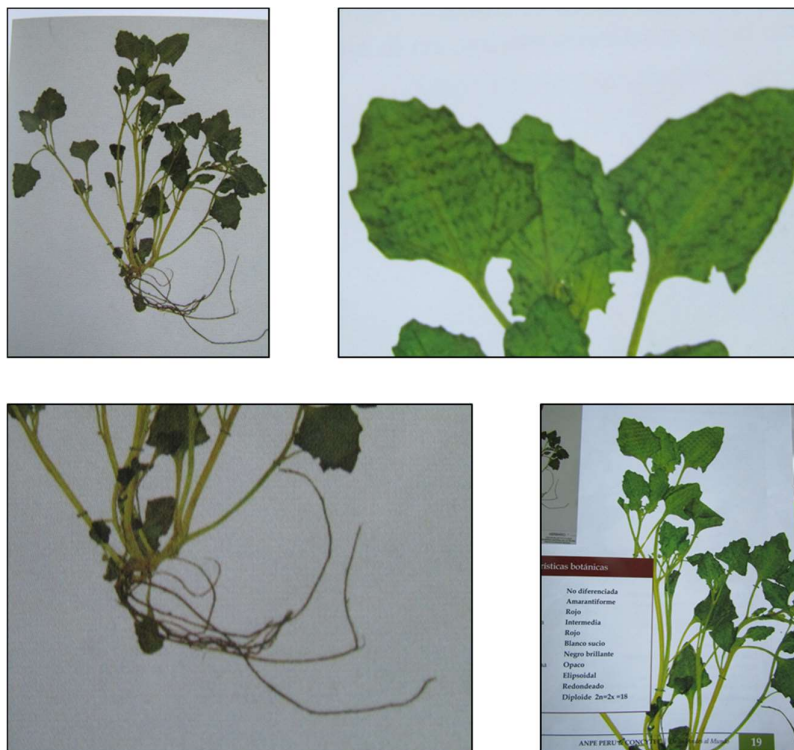
Photos prises à partir d'un échantillon de l'espèce *C. pallidicaule* Aellen à l'herbier de l'Université Nationale de l'Altiplano, Ecole d'Agronomie, collecté l'année 2002.

***Chenopodium ambrosioides* L.**



Photos prises à partir d'un échantillon de l'espèce *C. ambrosioides* L. à l'herbier de l'Université Nationale de l'Altiplano, Ecole d'Agronomie, et collecté par José Rossel l'année 2003.

***Chenopodium carnosolum* Moq.**



Photos prises de l'espèce *C. carnosolum* Moq. à partir de l'ouvrage « *Producción orgánica de quinua* » de Mujica et al. (2013).

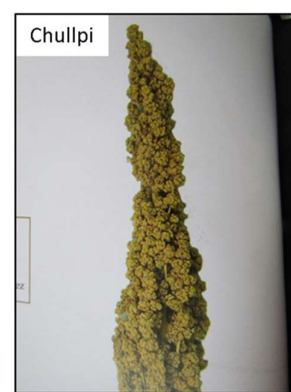
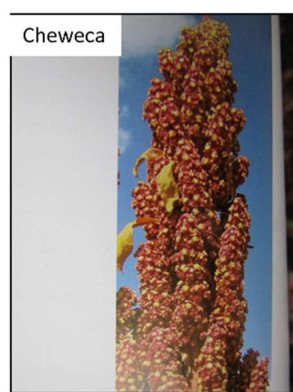
***Chenopodium incisum* Poiret**



Photo prise de l'espèce *C. incisum* Poiret à partir de l'ouvrage « *Producción orgánica de quinua* » de Mujica et al. (2013).

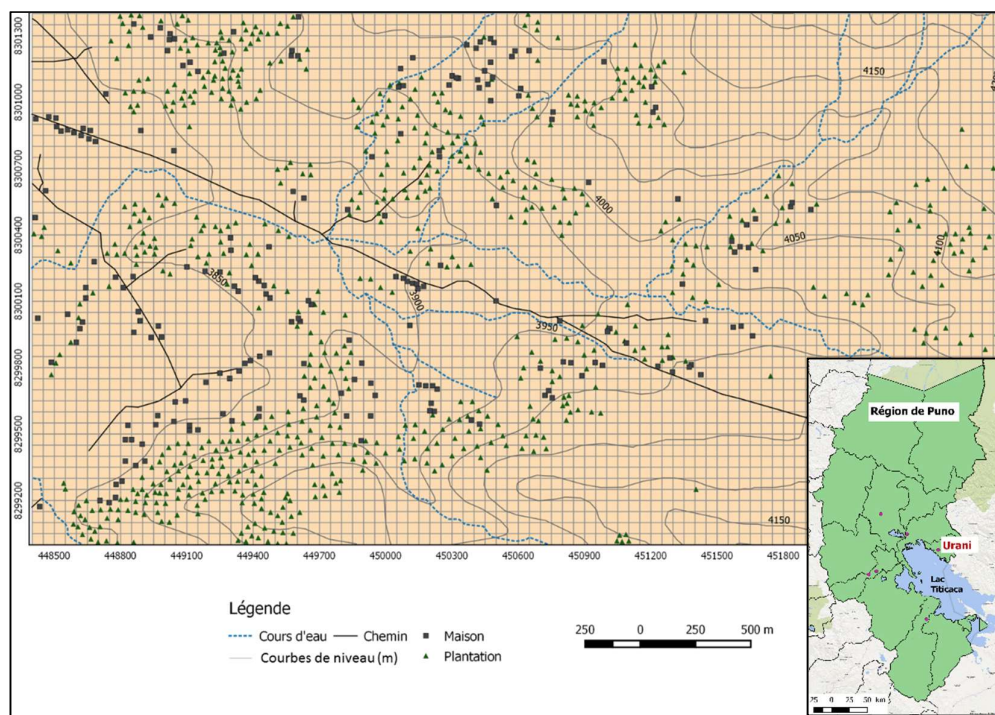
Types de *Chenopodium quinoa* Willd.

Photos prises des types de *C. quinoa* Willd. à partir de l'ouvrage « *Razas de quinuas del Peru* » (Tapia et al., 2014).



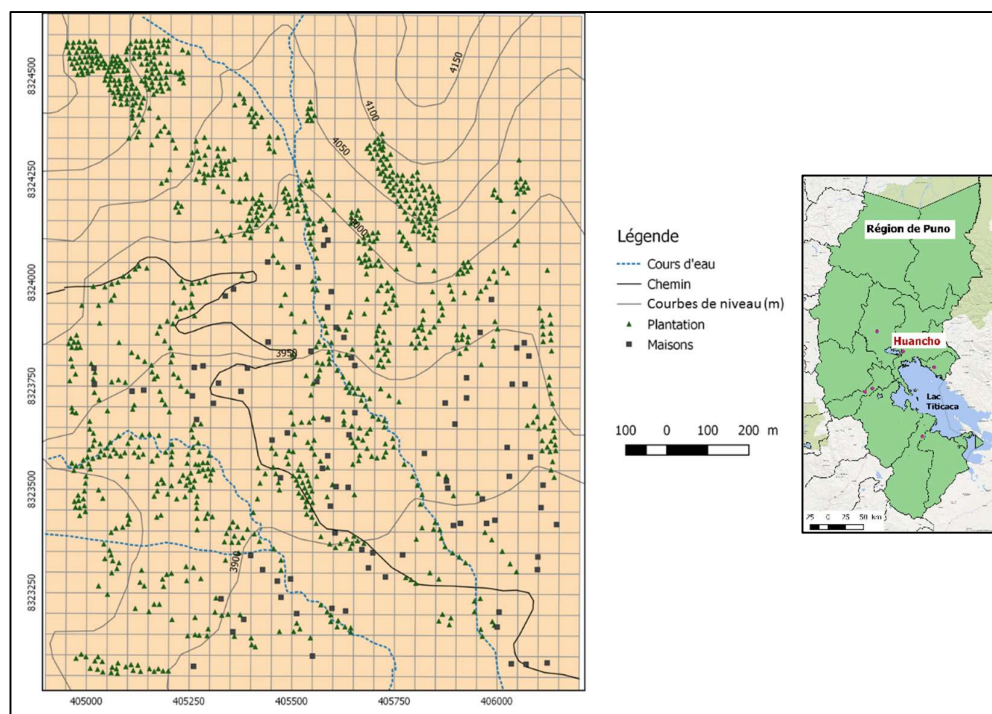
ANNEXE 3 - NUMERISATION ET GEO-REFERENCEMENT DES ELEMENTS PHYSIQUES REPRESENTES DANS LES CARTES A DIRE D'ACTEURS (UNE CARTE PAR VILLAGE)

Annexe 3.1. Village d'Urani (nord et proche du lac)



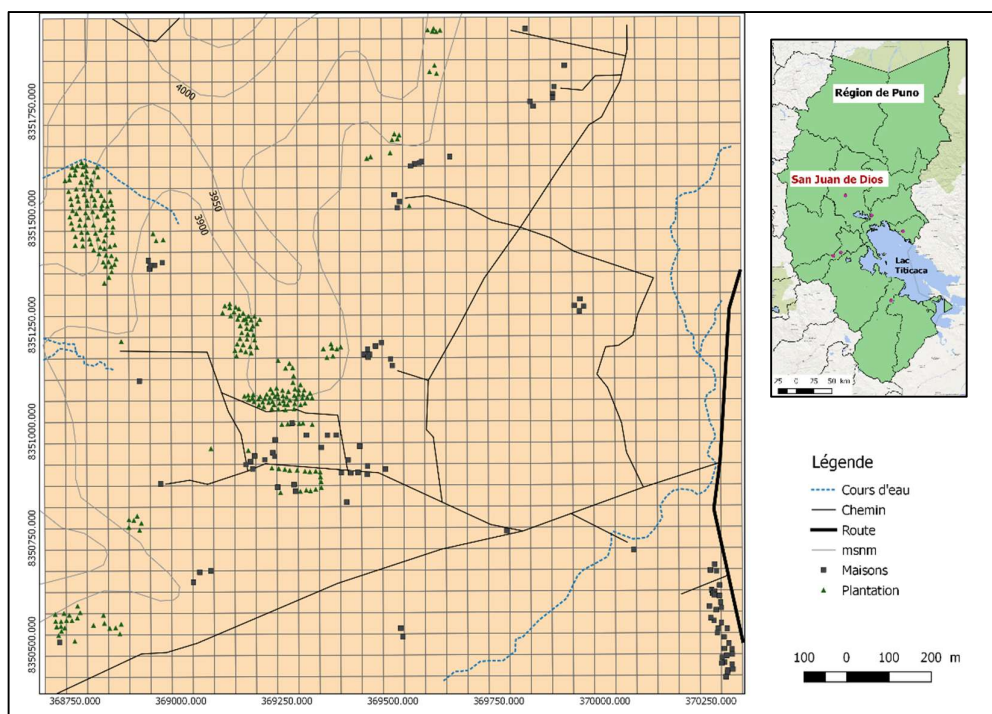
Numérisation et géo-référencement des éléments physiques représentés dans les cartes à dire d'acteurs à Urani (nord et proche du lac).

Annexe 3.2. Village d'Huancho (nord et proche du lac)



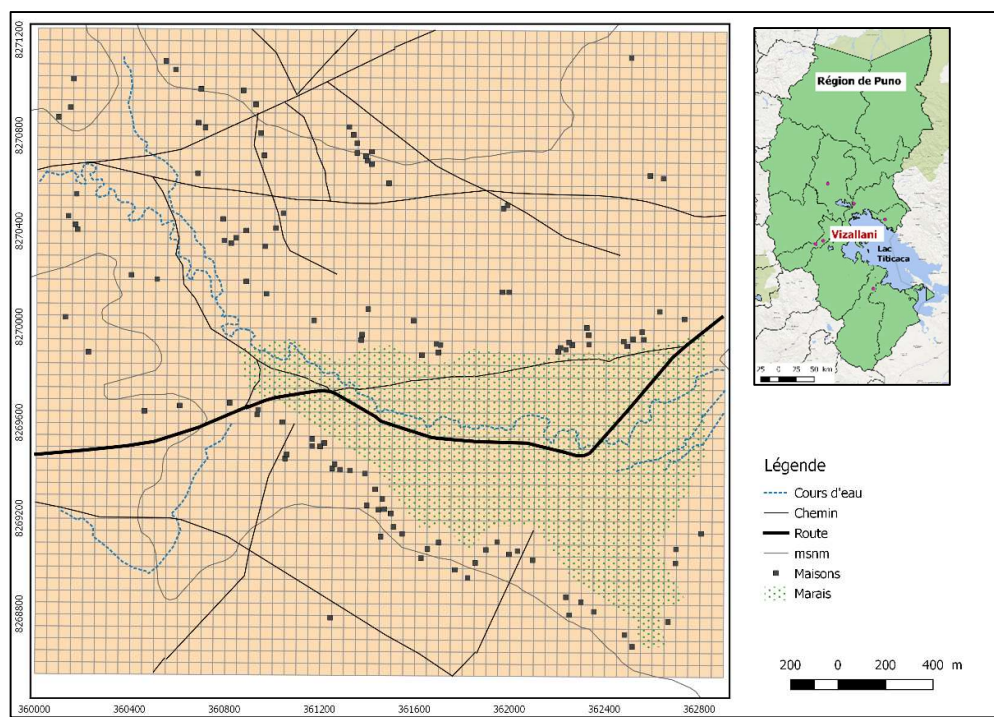
Numérisation et géo-référencement des éléments physiques représentés dans les cartes à dire d'acteurs à Huancho (nord et proche du lac).

Annexe 3.3. Village de San Juan de Dios (nord et loin du lac)



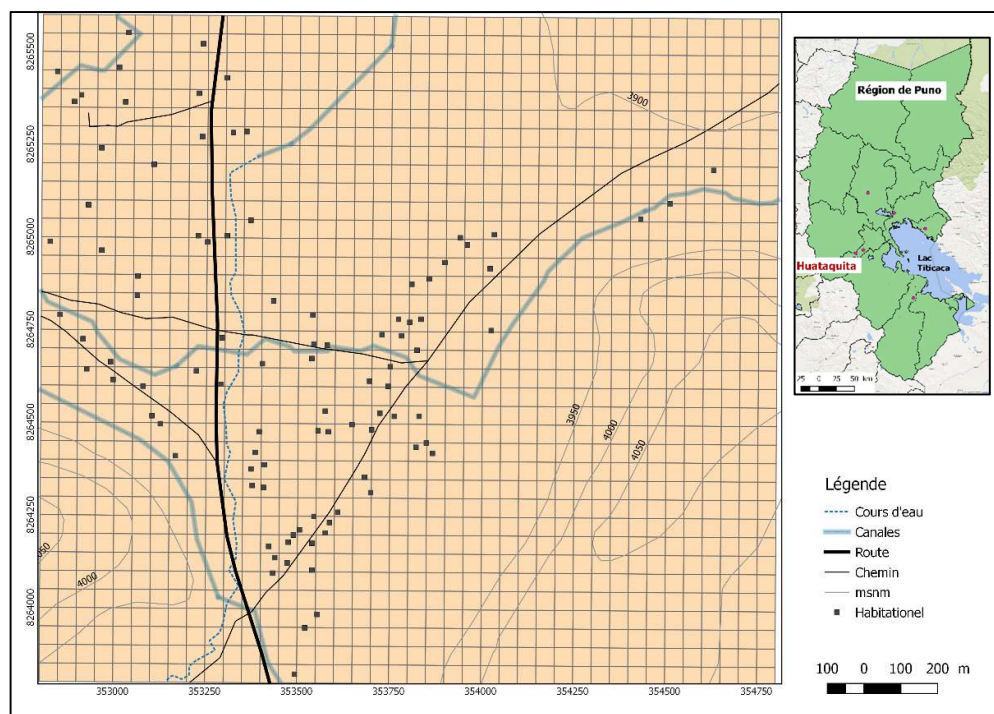
Numérisation et géo-référencement des éléments physiques représentés dans les cartes à dire d'acteurs à San Juan de Dios (nord et loin du lac).

Annexe 3.4. Village de Vizallani (centre et proche du lac)



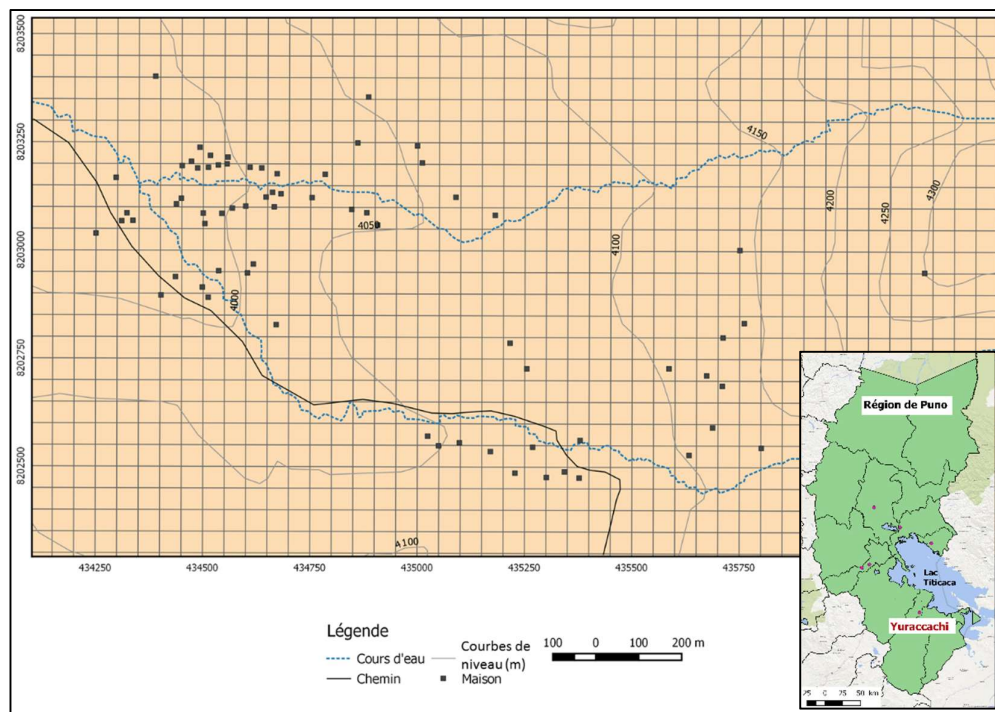
Numérisation et géo-référencement des éléments physiques représentés dans les cartes à dire d'acteurs à Vizallani (centre et proche du lac).

Annexe 3.5. Village d'Huataquita (centre et loin du lac)



Numérisation et géo-référencement des éléments physiques représentés dans les cartes à dire d'acteurs à Huataquita.

Annexe 3.6. Village de Yuraccachi (sud et proche du lac)



Numérisation et géo-référencement des éléments physiques représentés dans les cartes à dire d'acteurs à Yuraccachi.

ANNEXE 4 - GUIDE ET QUESTIONNAIRE D'ENTRETIEN

Annexe 4.1. Contexte de la personne enquêtée

Nombre de la comunidad _____

Fecha de la entrevista _____

Nombre del agricultor: _____

Edad: _____ Lugar de nacimiento y origen: _____

Etnia: _____ Género: _____ Religión: _____

Estado civil: _____

Actividad / Principal fuente de ingresos: Agropecuaria _____ Silvo agropecuaria _____

Autoridad local _____ Curandero _____ Comercial _____ Otra _____

Nivel de educación:

a). Sin educación formal b). Inicial c). Primaria

c). Secundaria d). Técnica f). Superior

Participación en formaciones / proyectos de desarrollo con quinua.

Nombre formación/proyecto	Institución responsable	Año

Información sobre la finca (Marcar en la imagen):

Tenencia de la tierra: Dueño: _____ Arrendatario: _____ Titulo no registrado: _____
otro: _____

Tamaño de la finca (ha): _____

Superficie cultivada con quínoa (ha): _____ Localización: _____

Especificar y marcar en la imagen con número correspondiente:

Quínoa	(ha)	Tipo de suelo	Quínoa	(ha)	Tipo de suelo
1. Blancas			7. Q'oitú		
2. Chullpi			8. Passancalla		
3. Amarilla			9.		
4. Misa quinua			10.		
5. Witulla			11.		
6. Guinda			12.		

Annexe 4.2. Distribution des espèces percues dans le temps et dans l'espace en lien avec l'espace vécu des personnes enquêtées

¿Cuál es la distribución de PSQC que mantienen los agricultores en el tiempo y el espacio?

1. Reconoce ud alguna de estas plantas (PSQC)?
2. Cómo ud. logra reconocer a la especie?
3. Cuáles son sus características distintivas?
4. Donde las puede encontrar? (Dentro de parcelas cultivadas, a proximidad, lejos en el medio natural)
5. En que tipo de suelo crecen?
6. Se encuentran asociadas a parcelas de quinua? A un tipo particular de quinua?
7. Ud. utiliza estas plantas? Cuales? Desde cuándo?
8. Es que la disponibilidad de *estas plantas* ha sido siempre igual en el tiempo?
9. En caso de respuesta negativa, explicar su aumento-disminución y a qué se debe este cambio?

Annexe 4.3. Facteurs déterminants des décisions de gestion des espèces

¿Cuáles son los factores (sociales, ambientales, de mercado y culturales) que influyen en la decisión de los agricultores para mantener la diversidad de los cultivos locales de quínoa y de los PSQC?

1. Con respecto al/los PSQC mencionado(s), Qué hace ud. (u otra persona) con esta planta?
2. Por qué? Para qué?
3. Cómo lo hace (Técnica, época, ritual, momento del día, etc)? Es ud. quien lo hace o una persona de su familia? Quien (Edad, genero)?
4. ¿Cuánto tiempo utiliza?

5. ¿En qué momento del desarrollo de la planta lo hace? (Además, pedir info. asociada a calendario)
6. Cuál es el ciclo de vida de la planta? (asociado a calendario)
7. Conoce ud otros usos de esta planta?
8. Qué parte de la planta se utiliza con ese fin? Que se hace con el resto de las partes?
9. Cómo las prepara?
10. Con que frecuencia la utiliza?
11. Como aprendió este conocimiento?

Annexe 4.4. Définition d'actions pour maintenir les espèces

¿Cómo los agricultores definen las acciones para mantener (o no) los PSQC?, ¿Cuáles son los procesos usados por el agricultor para mantener a los PSQC en las fincas o fuera de ellas (medio natural)? Con respecto al/los PSQC mencionado(s),

1. Reproduce ud alguna de estas plantas? De qué manera? Donde la siembra?
2. O solamente protege un área para su siembra natural?
3. Acostumbra ud. a guardar alguna parte de la planta para su uso futuro? ¿Cual? ¿Cómo?
4. Acostumbra ud. a conservar estas plantas en su propiedad? Específicamente, donde?
5. ¿Hay algún costo económico asociado?
6. *En caso de comercialización: En qué situación la comercializa? Donde la comercializa y a qué valor? Ha variado el valor en el tiempo? A qué se debe esta variación?*
1. Identifica ud. alguna desventaja asociada a esta especie?

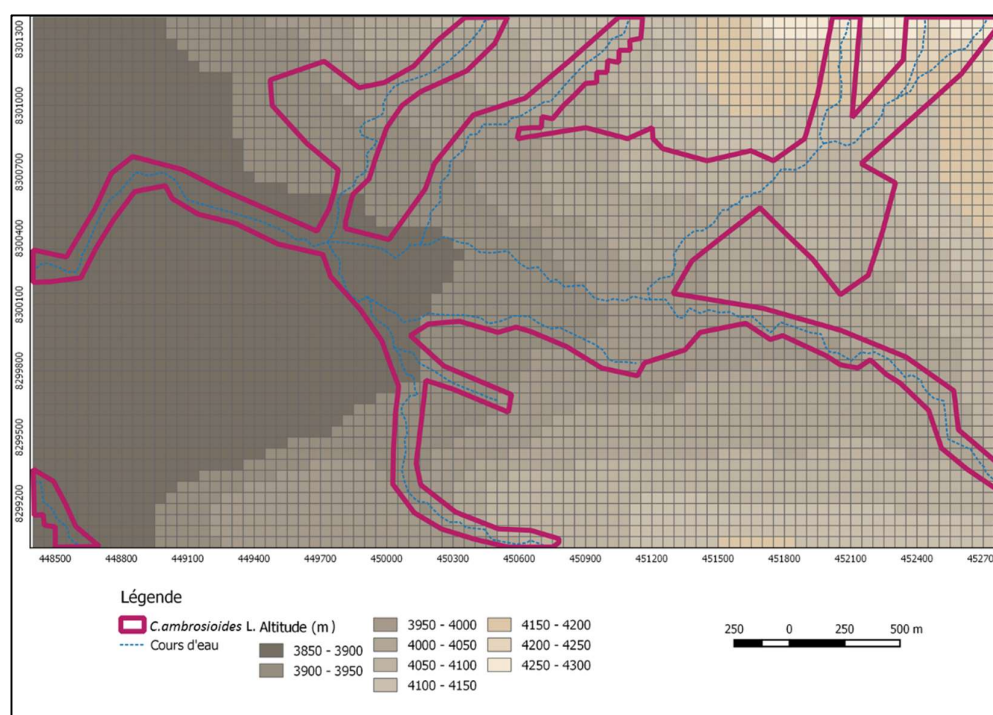
ANNEXE 5 – LE TABLEAU DES 28 CHOREMES DE BASE, PAR ROGER BRUNET (1980)

	POINT	LIGNE	AIRE	RESEAU
maillage				
	chef-lieu	limite administrative	Etat, région...	centres, limites et polygones
quadrillage				
	tête de réseau carrefour	voies de communication	aire de desserte irrigation, drainage	réseau
attraction				
	points attirés satellites	lignes d'isotrope orbites	aire d'attraction	liaisons préférentielles
contact				
	point de passage	rupture, interface	aires en contact	base tête de pont
tropisme				
	flux directionnel	ligne de partage	surfaces de tendance	dissymétries
dynamique territoriale				
	évolutions ponctuelles	axes de propagation	aires d' extension	tissu du changement
hiérarchie				
	semis urbain	valor de densité limites administratives	sous-ensemble	réseau maillé

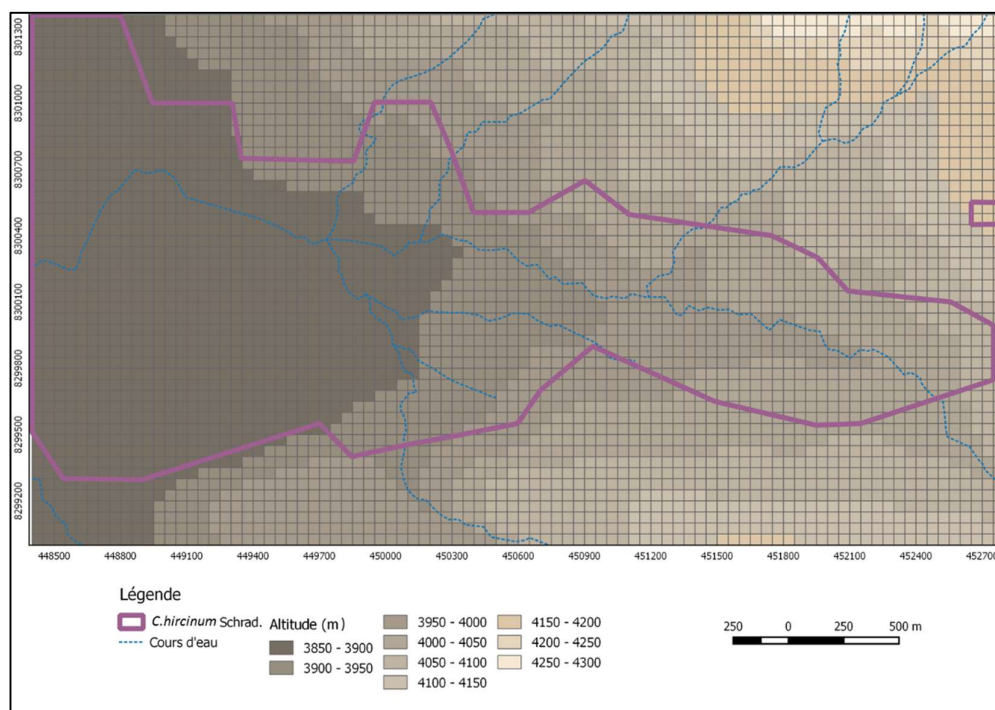
ANNEXE 6 - PRESENCE PERÇUE PAR ESPECE. CARTES PAR VILLAGE ET PAR FACTEUR (ALTITUDE, DISTANCE A L'EAU, DISTANCE AUX PARCELLES DE QUINOA ET D'AUTRES CULTURES)

Annexe 6.1. Village d'Urani

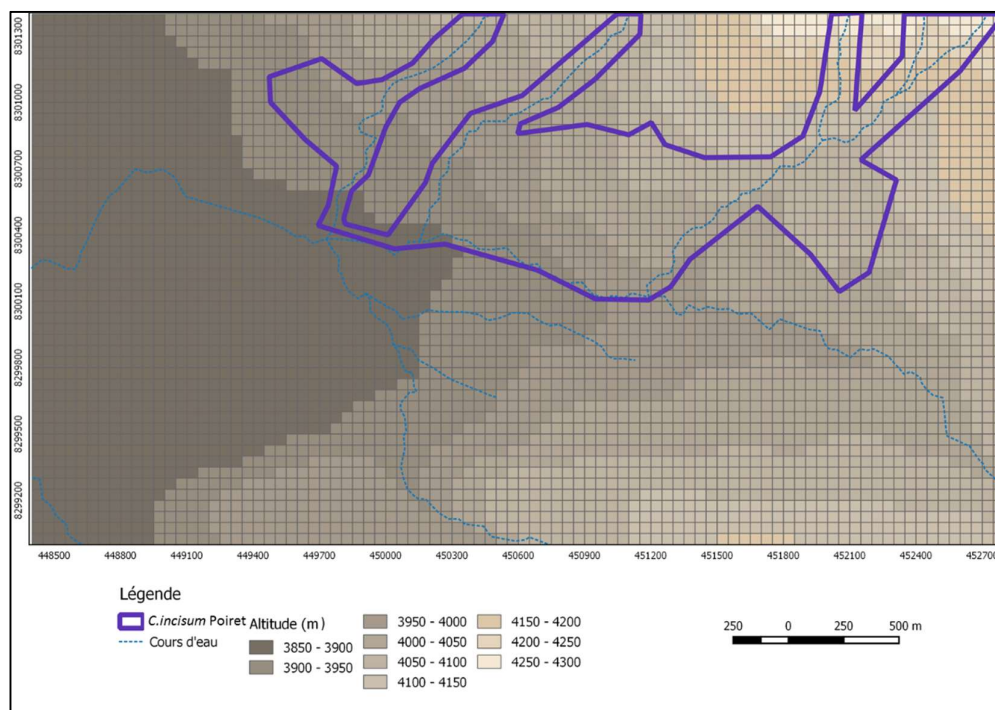
Urani : présence perçue par espèce en fonction de l'altitude



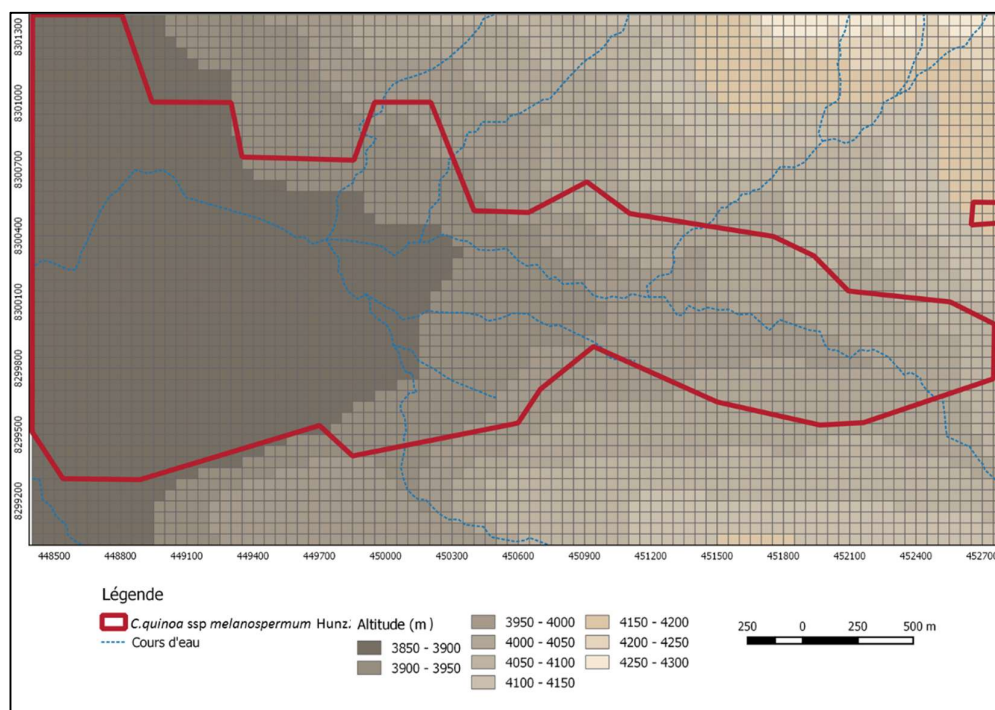
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et altitude (m) au village d'Urani.



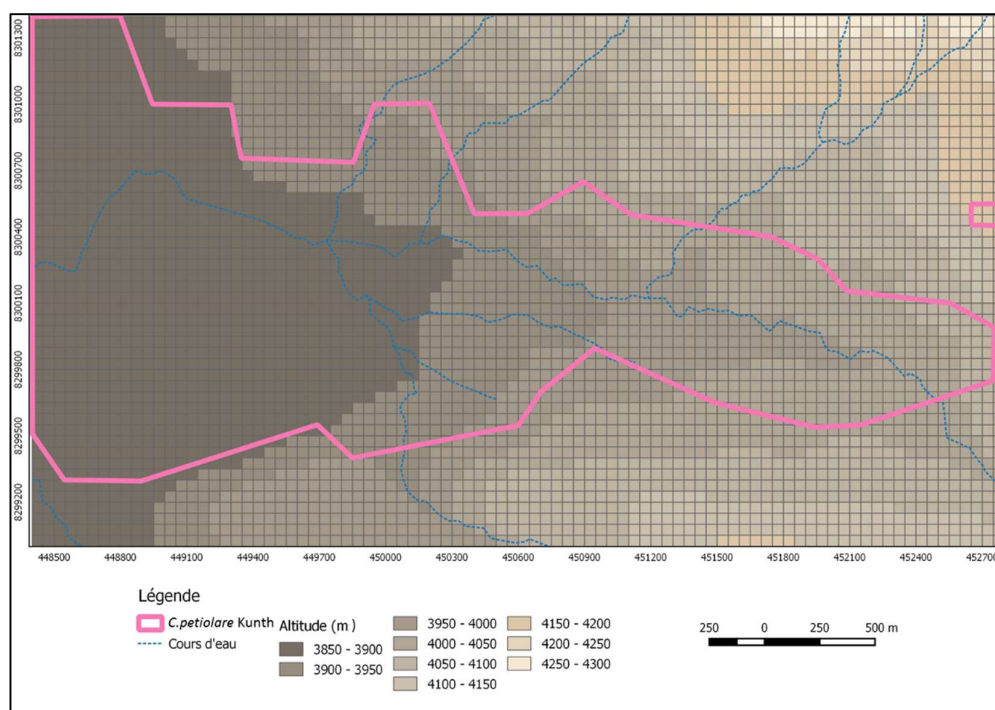
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et altitude (m) au village d'Urani.



Présence perçue de *C. incisum* Poiret et altitude (m) au village d'Urani.

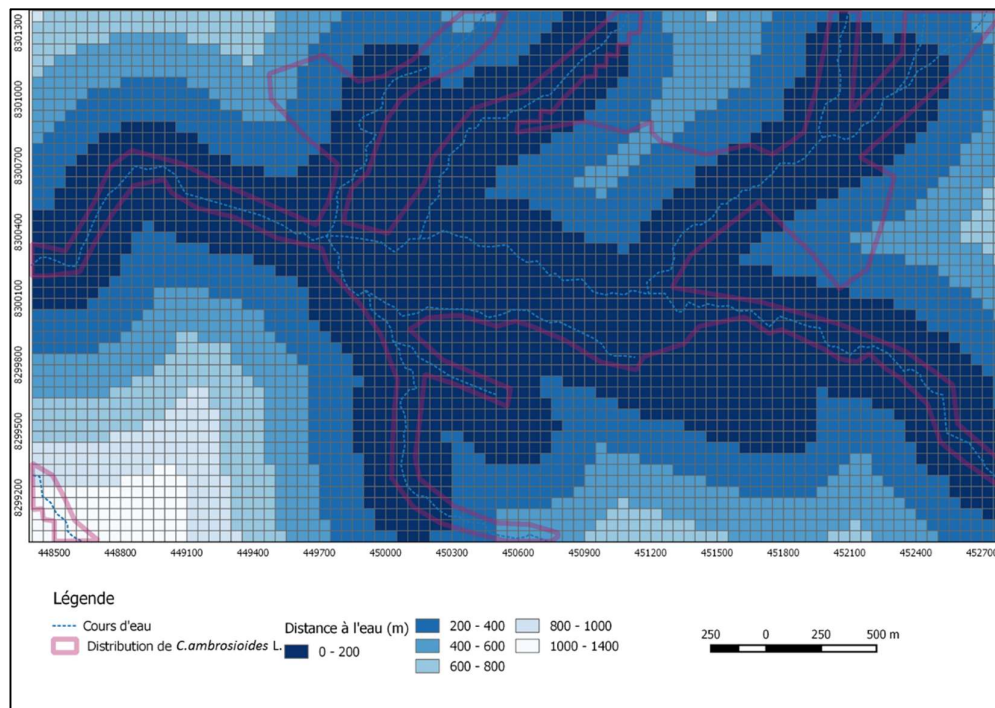


Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et altitude (m) au village d'Urani.

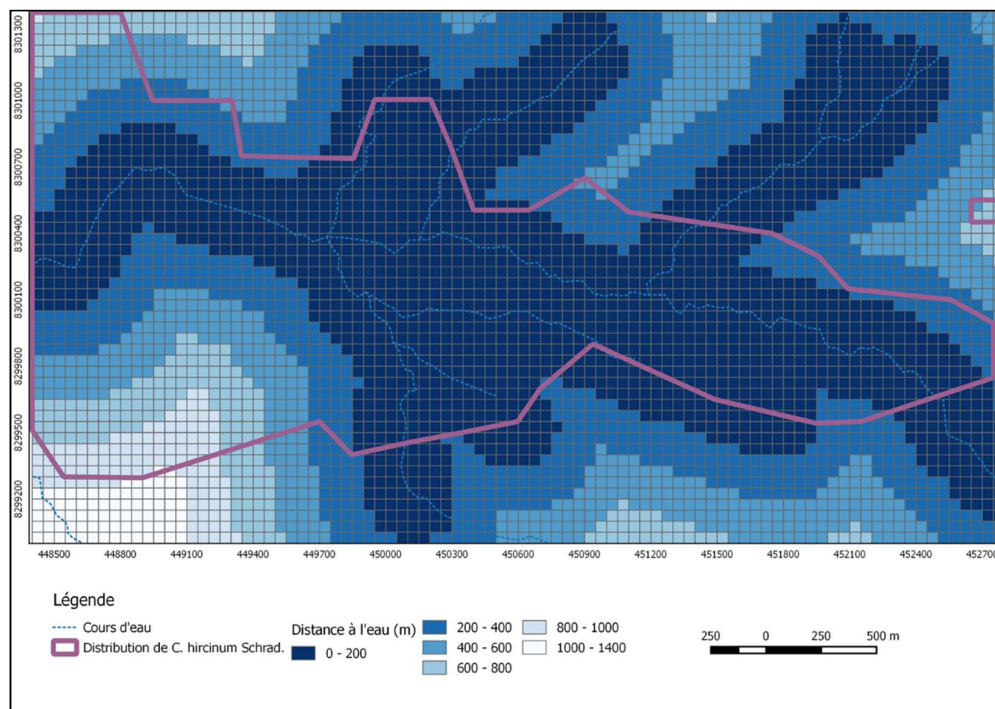


Présence perçue de *C. petiolaris* Kunth et altitude (m) au village d'Urani.

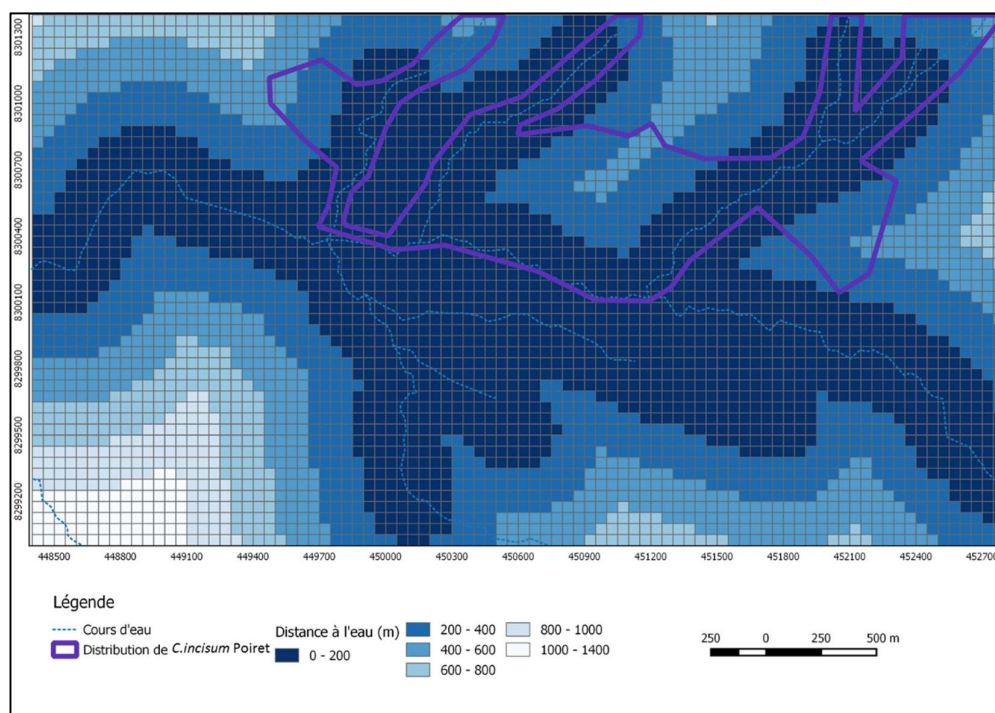
Urani : présence perçue par espèce en fonction de la distance à l'eau



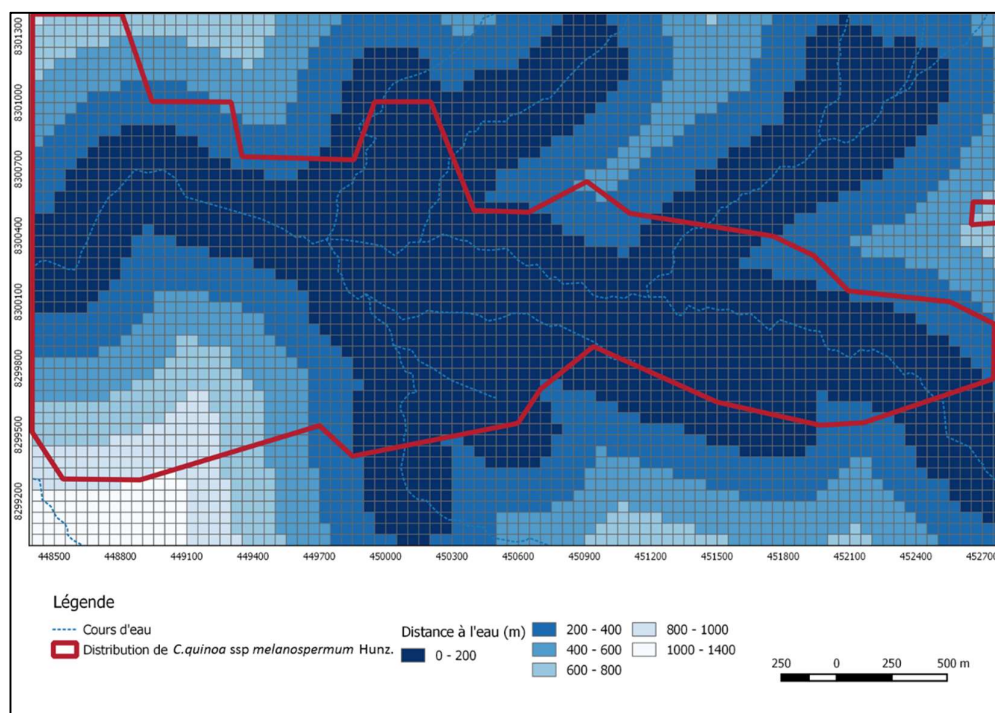
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à l'eau (m) au village d'Urani.



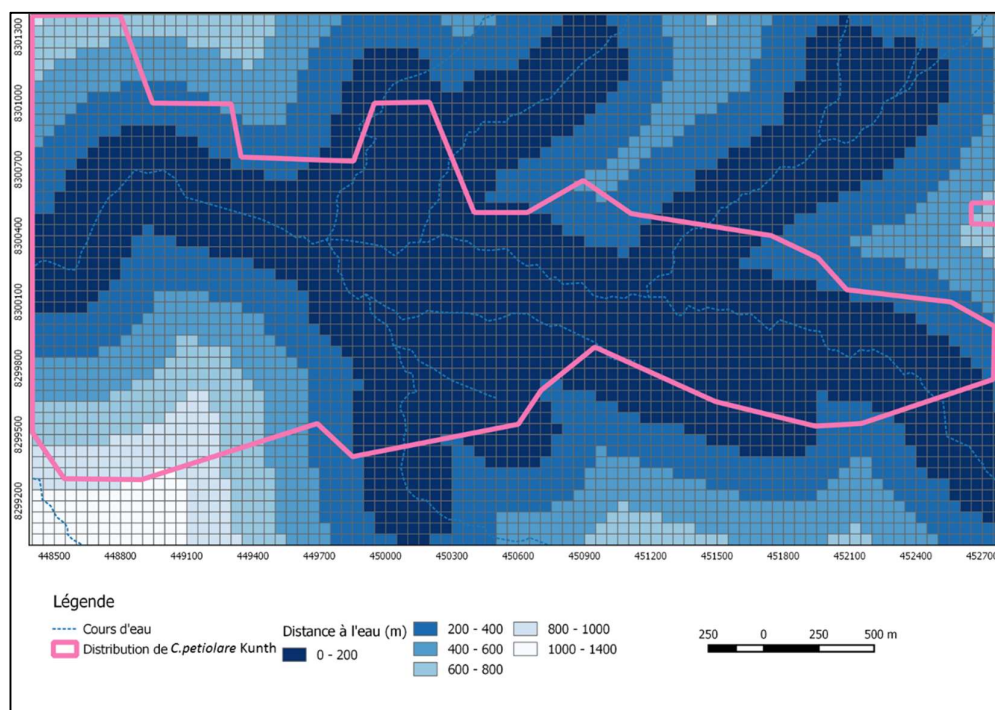
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à l'eau (m) au village d'Urani.



Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à l'eau (m) au village d'Urani.

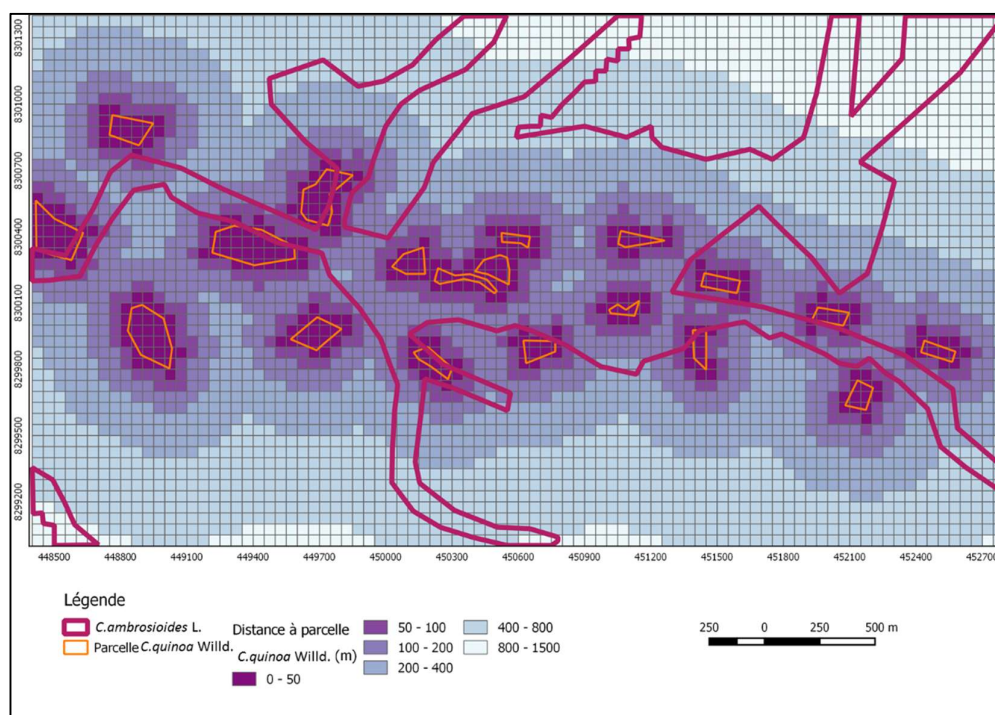


Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à l'eau (m) au village d'Urani.

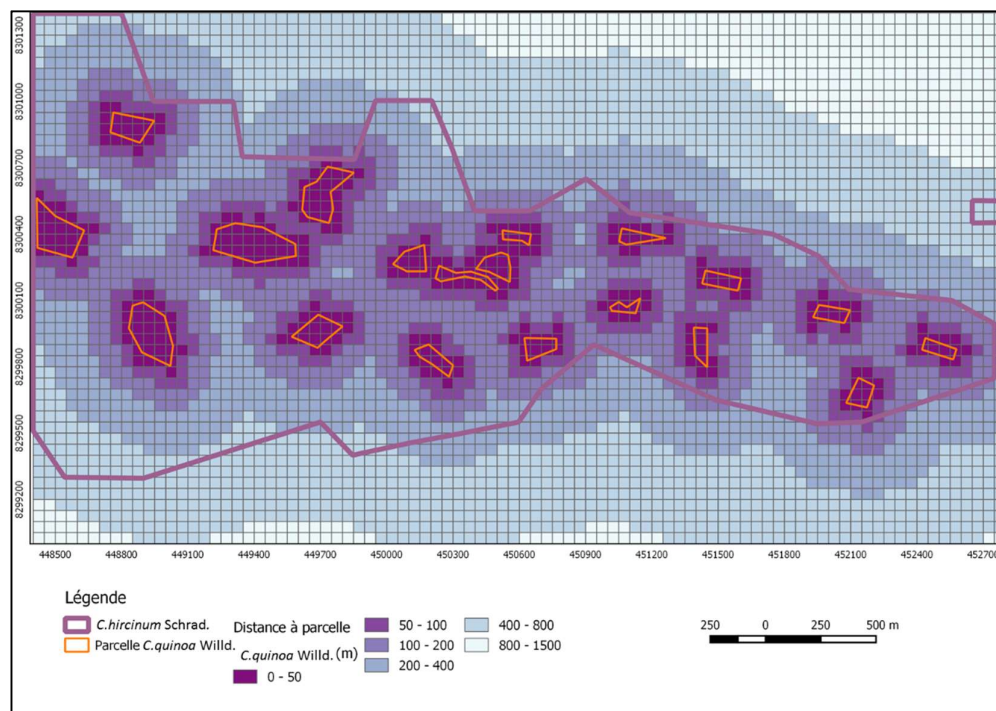


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à l'eau (m) au village d'Urani.

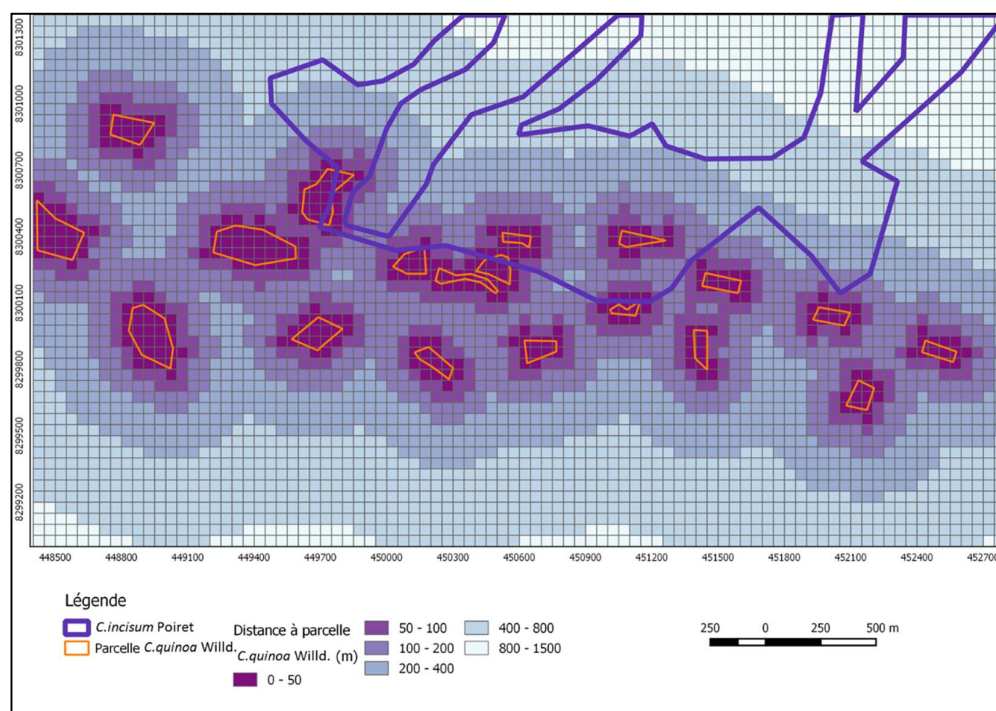
Urani : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles de *C. quinoa* Willd.



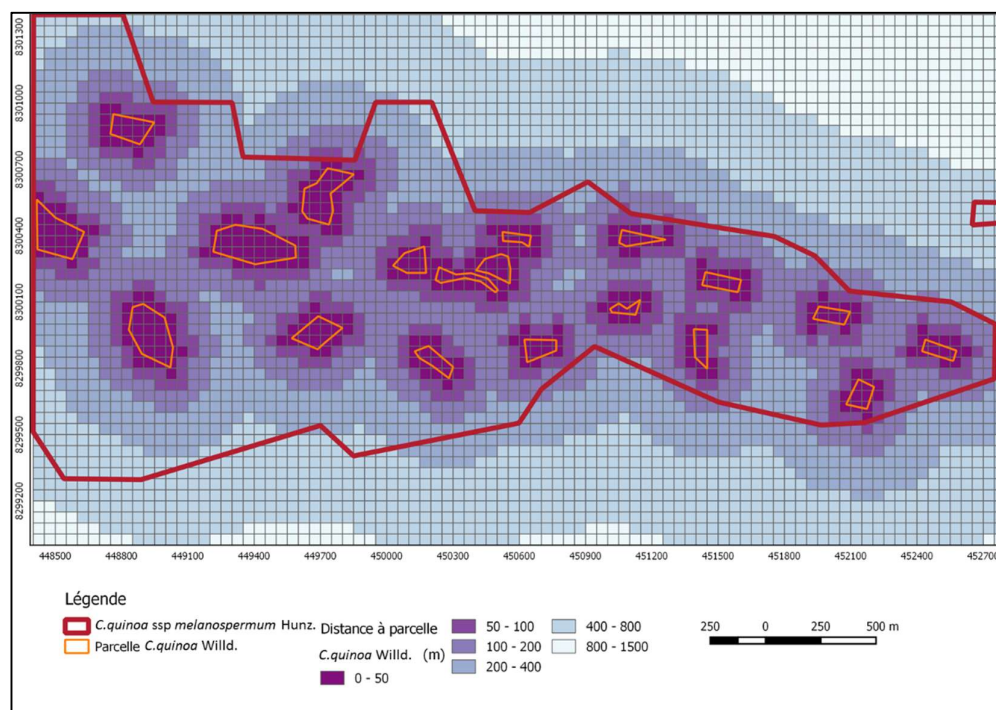
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Urani.



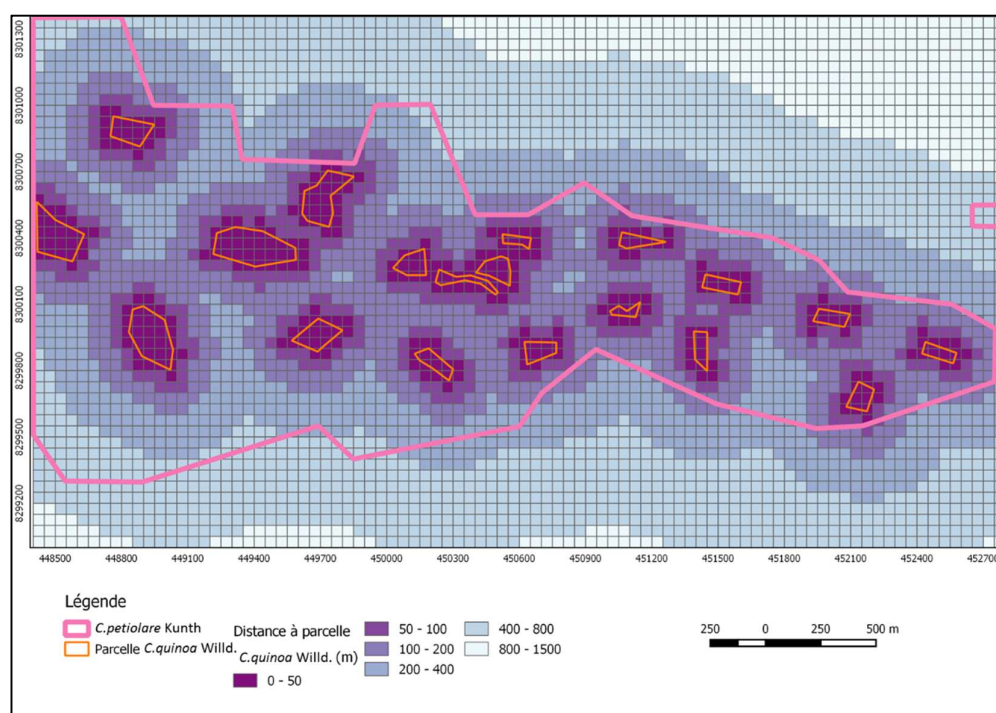
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Urani.



Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Urani.

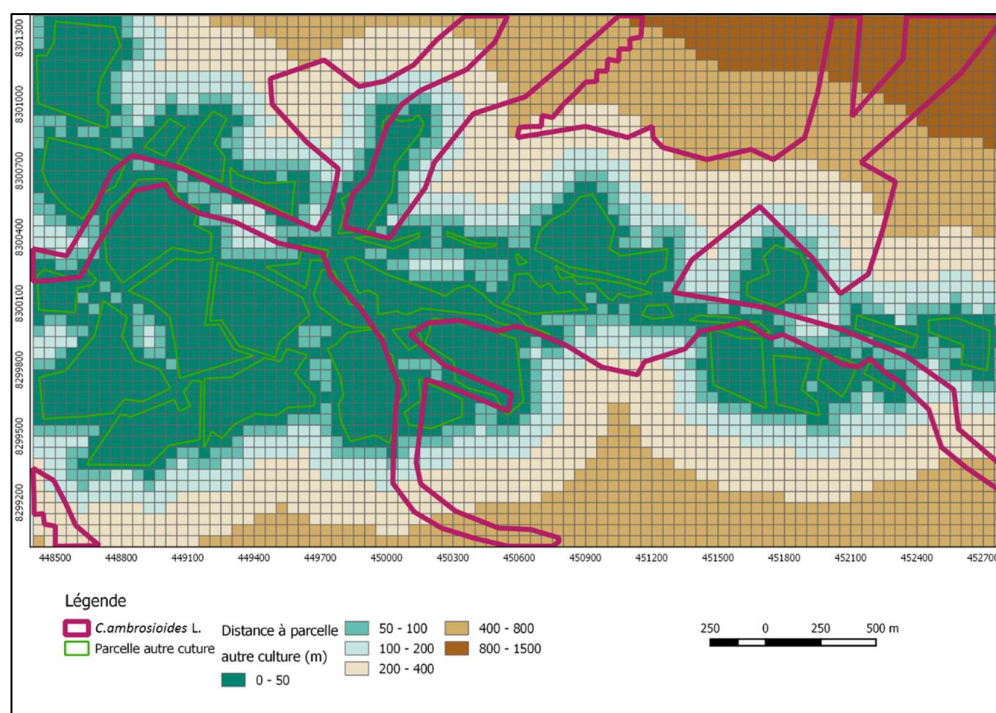


Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Urani.

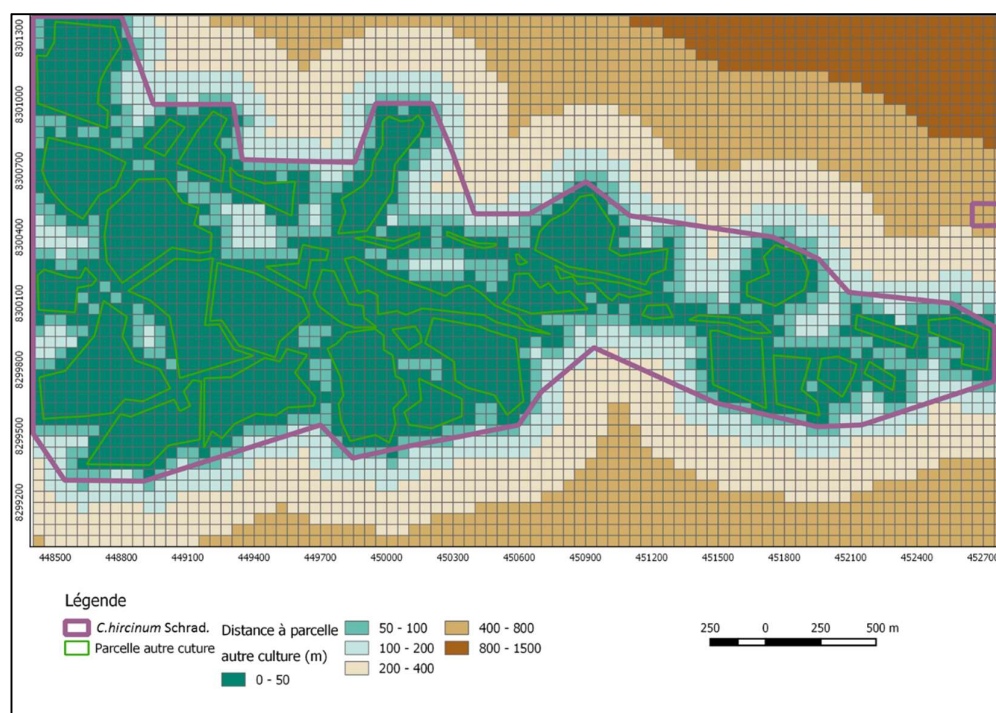


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Urani.

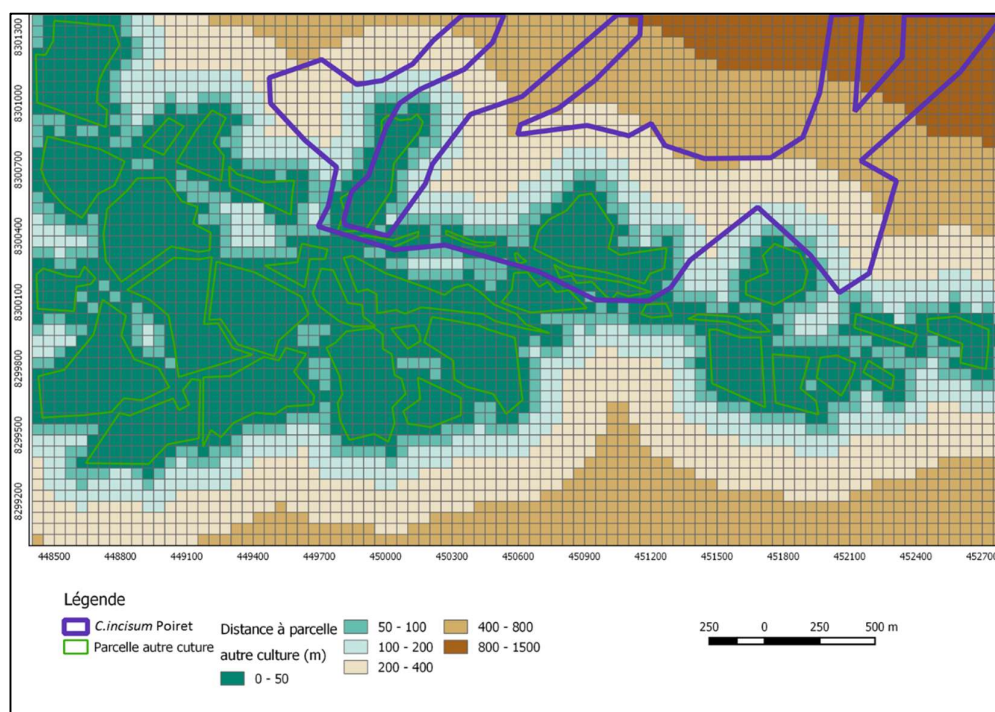
Urani : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles d'autres cultures



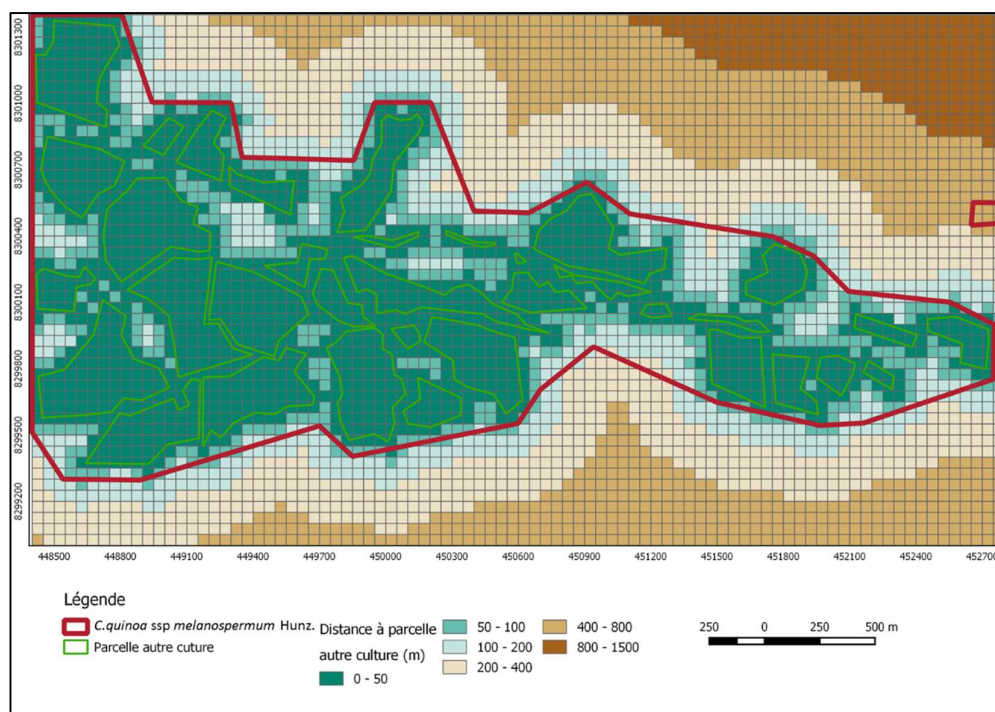
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle autre culture (m) au village d'Urani.



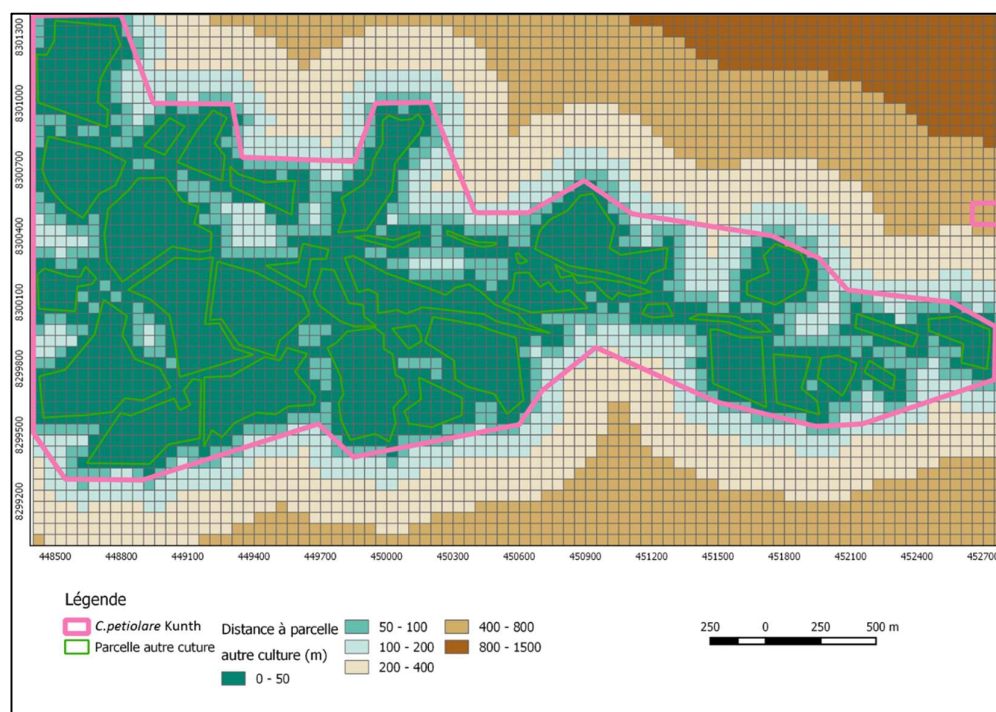
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle autre culture (m) au village d'Urani.



Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle autre culture (m) au village d’Urani.



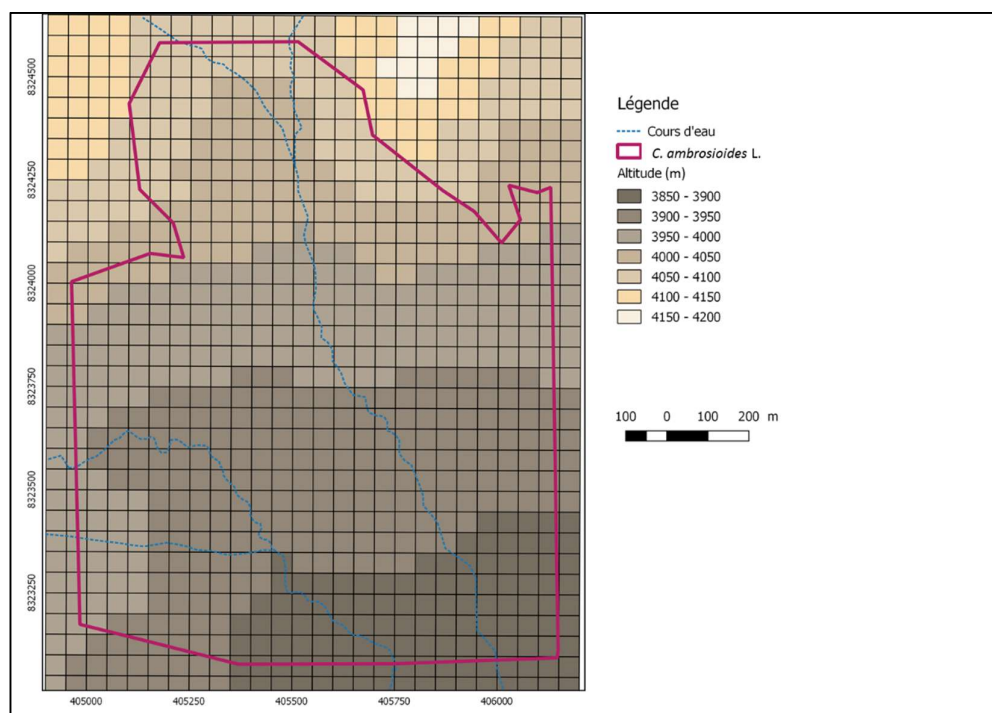
Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à parcelle autre culture (m) au village d’Urani.



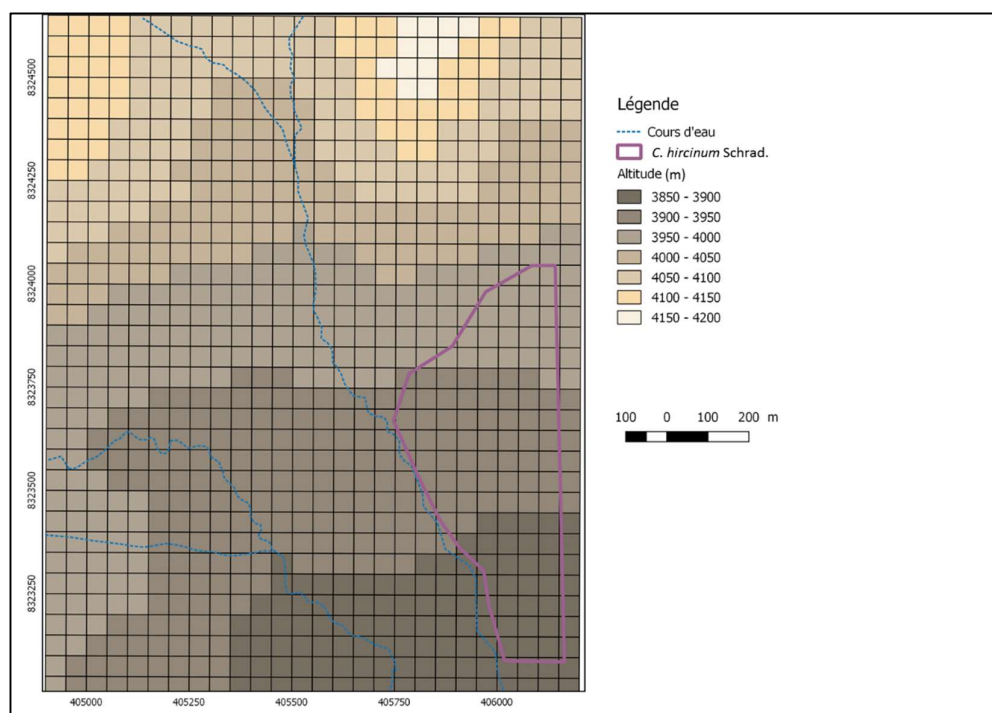
Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle autre culture (m) au village d'Urani.

Annexe 6.2. Village d'Huancho

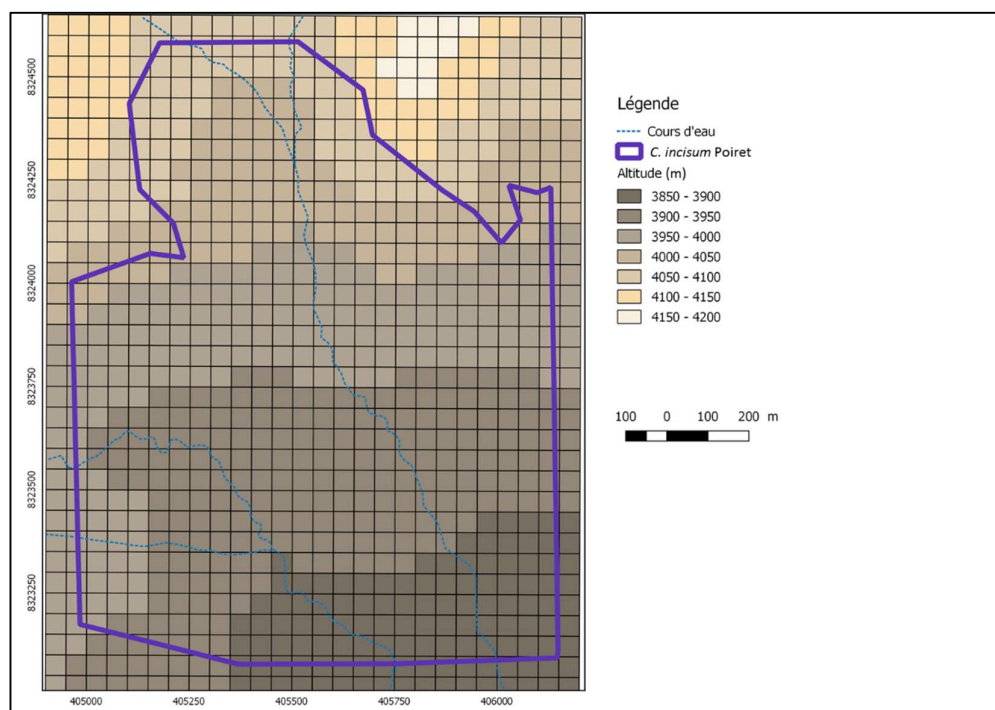
Huancho : présence perçue par espèce en fonction de l'altitude



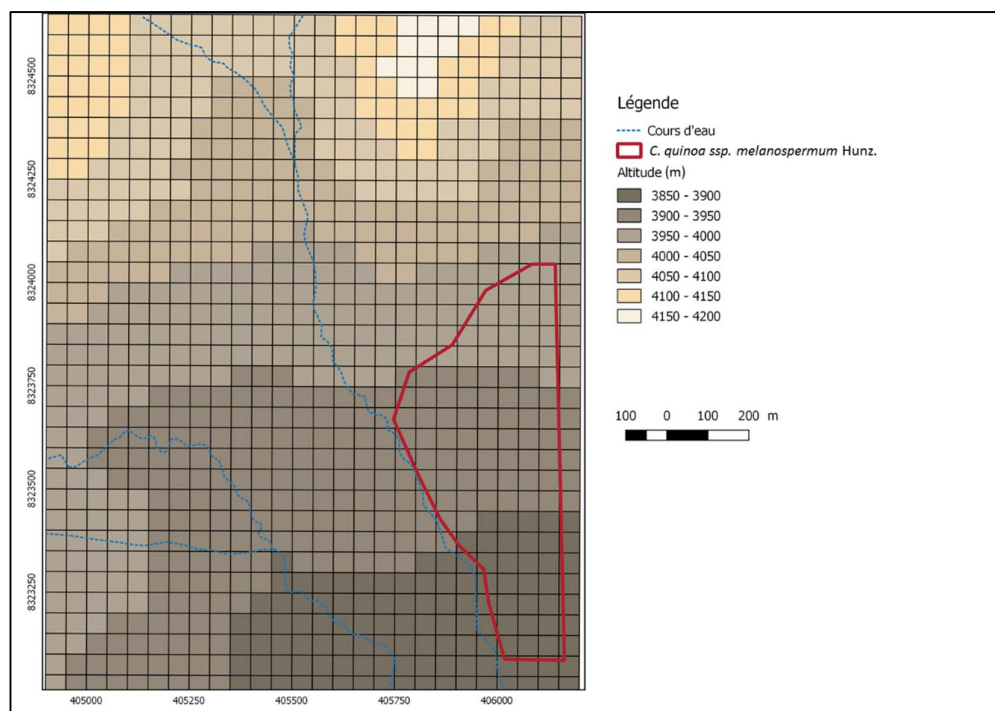
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et altitude (m) au village d'Huancho.



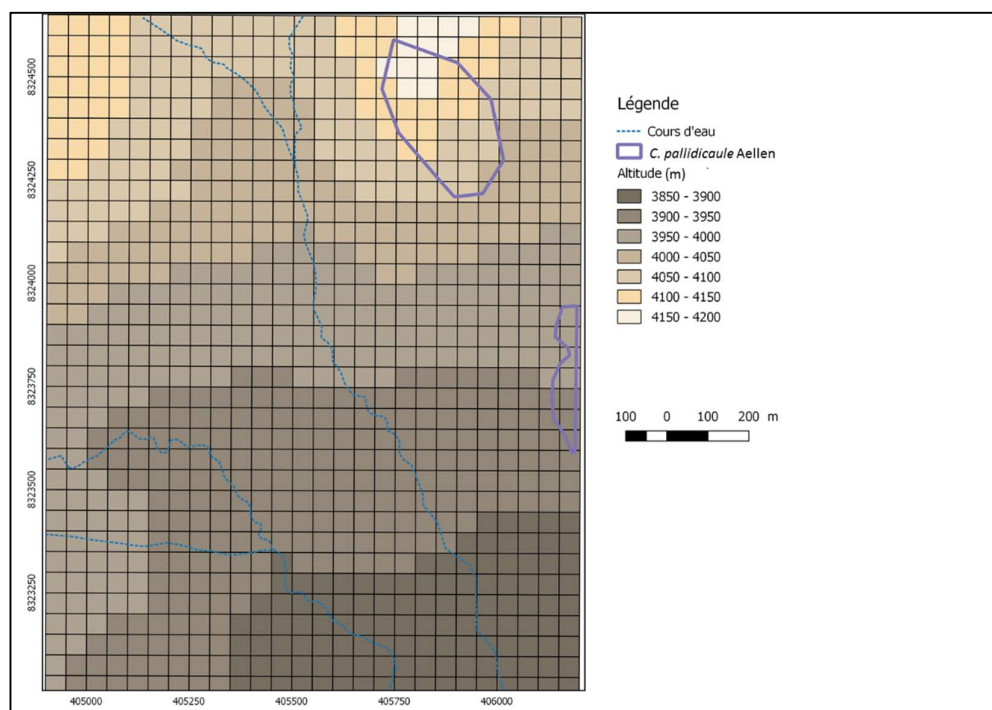
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et altitude (m) au village d'Huancho.



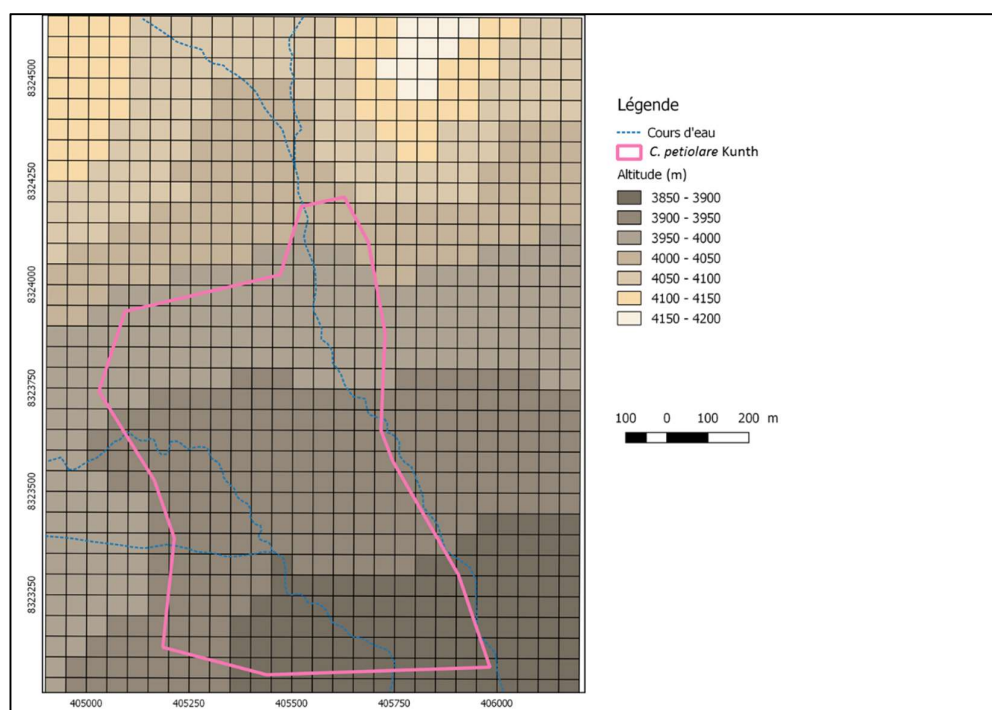
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et altitude (m) au village d'Huancho.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et altitude (m) au village d'Huancho.

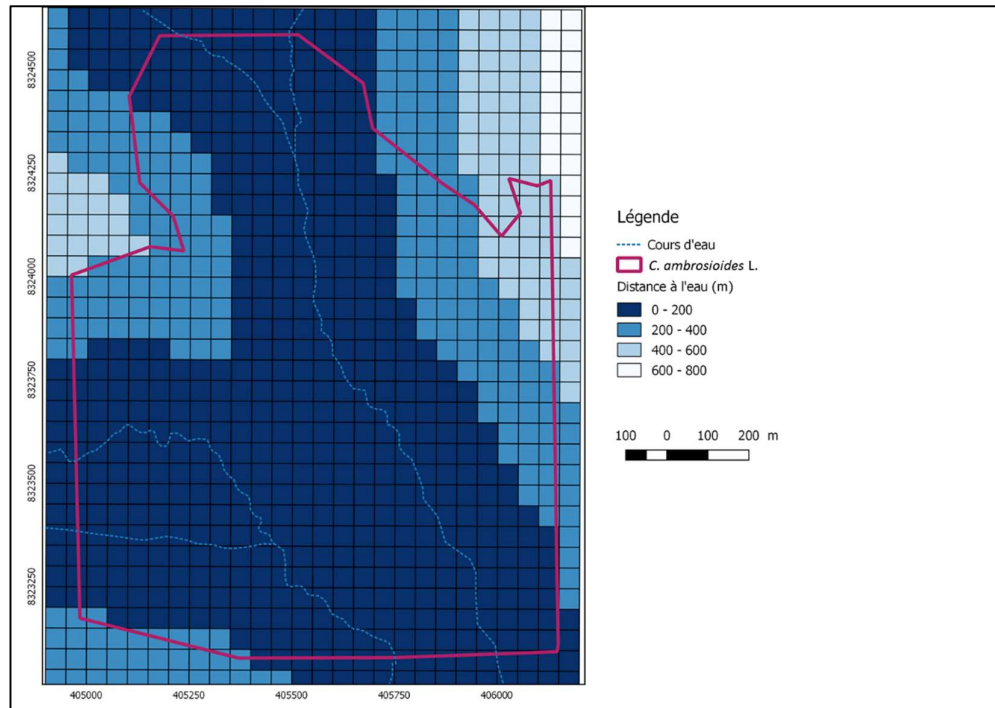


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et altitude (m) au village d'Huancho.

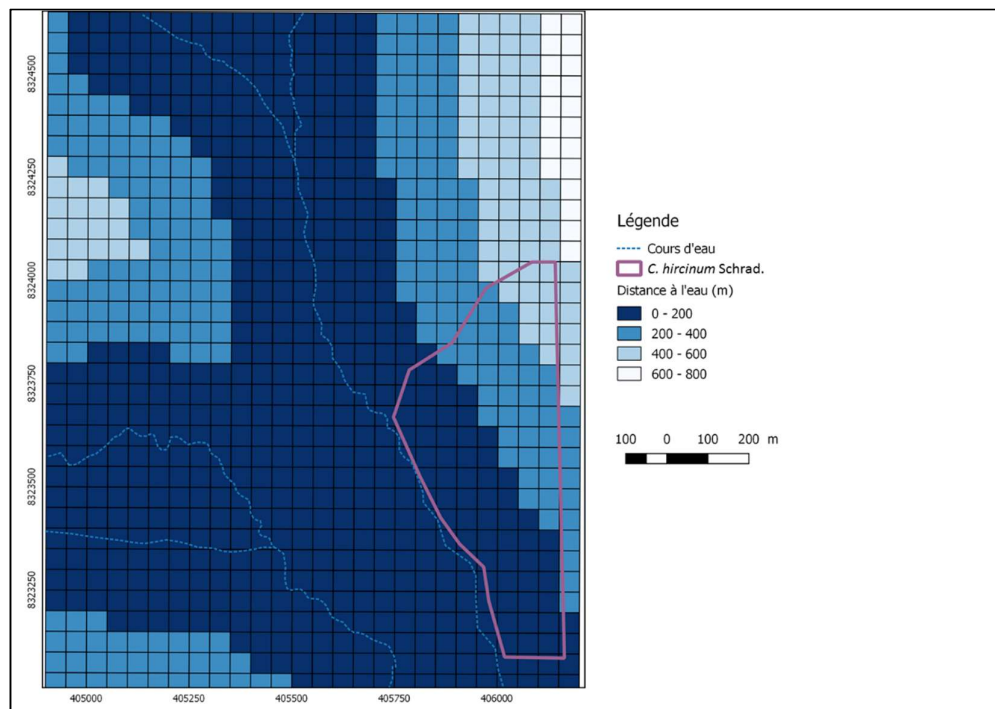


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et altitude (m) au village d'Huancho.

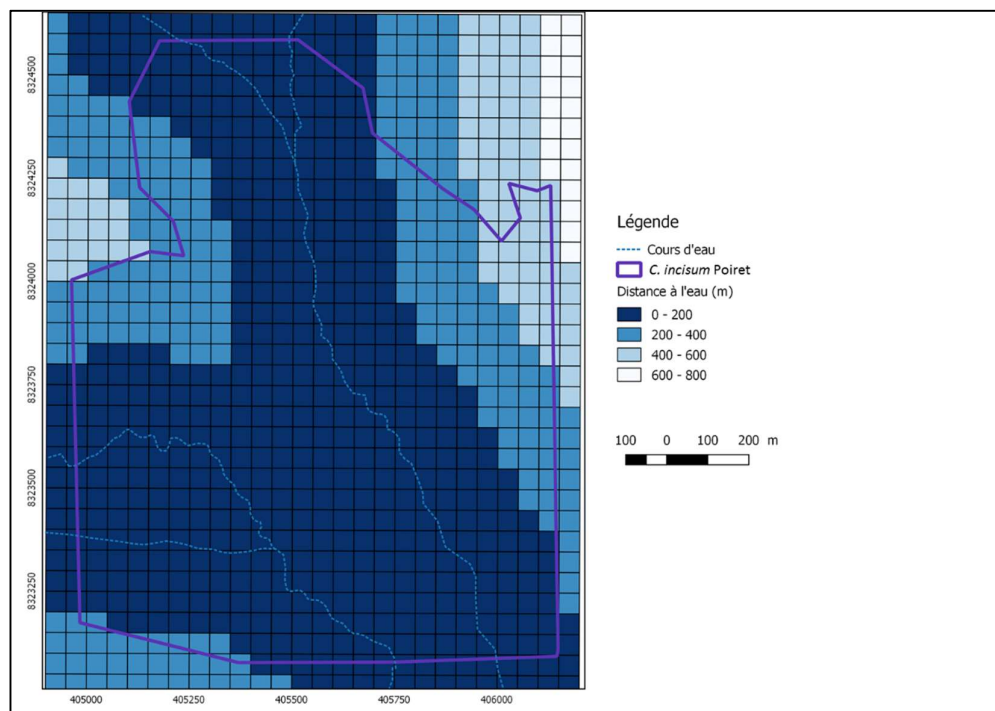
Huancho : présence perçue par espèce en fonction de la distance à l'eau



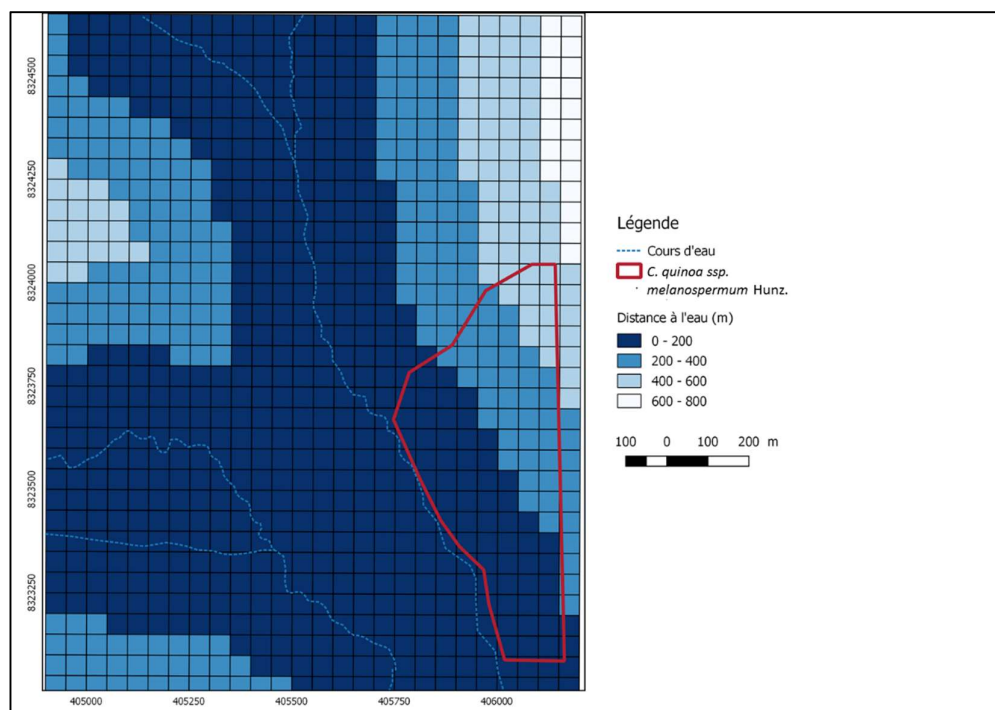
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à l'eau (m) au village d'Huancho.



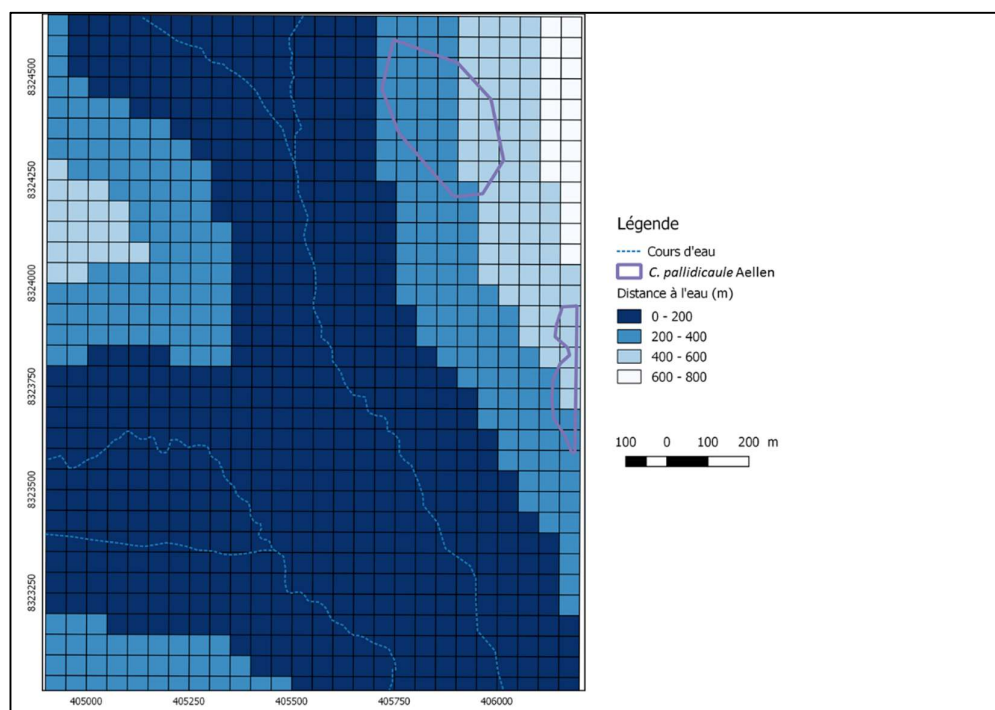
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à l'eau (m) au village d'Huancho.



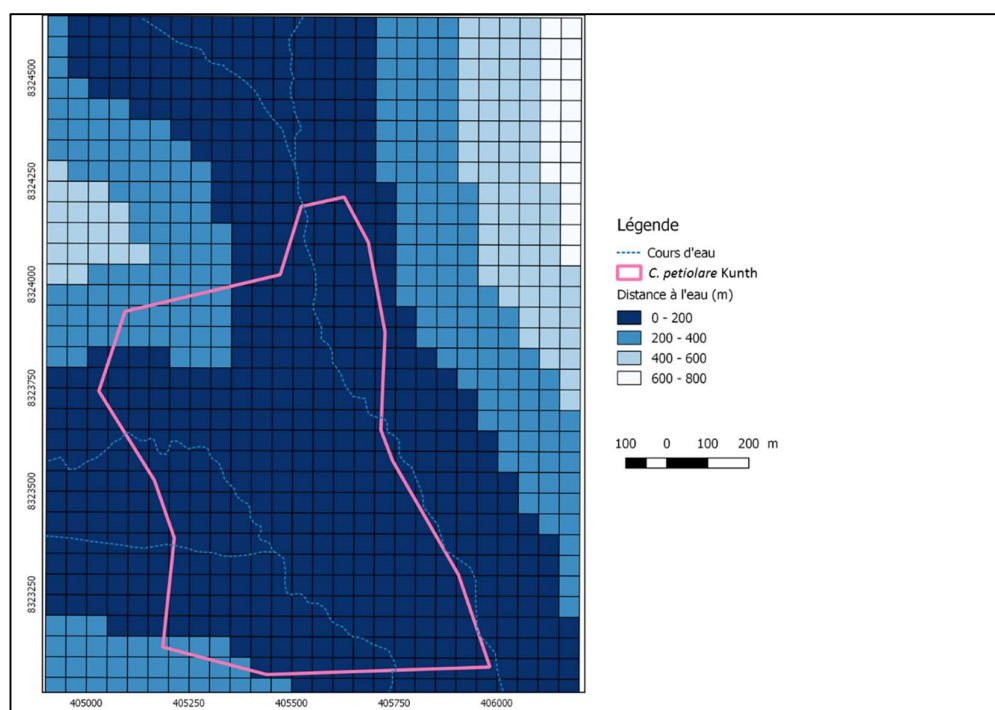
Présence perçue de *C. incisum* Schrad. et distance à l'eau (m) au village d'Huancho.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à l'eau (m) au village d'Huancho.

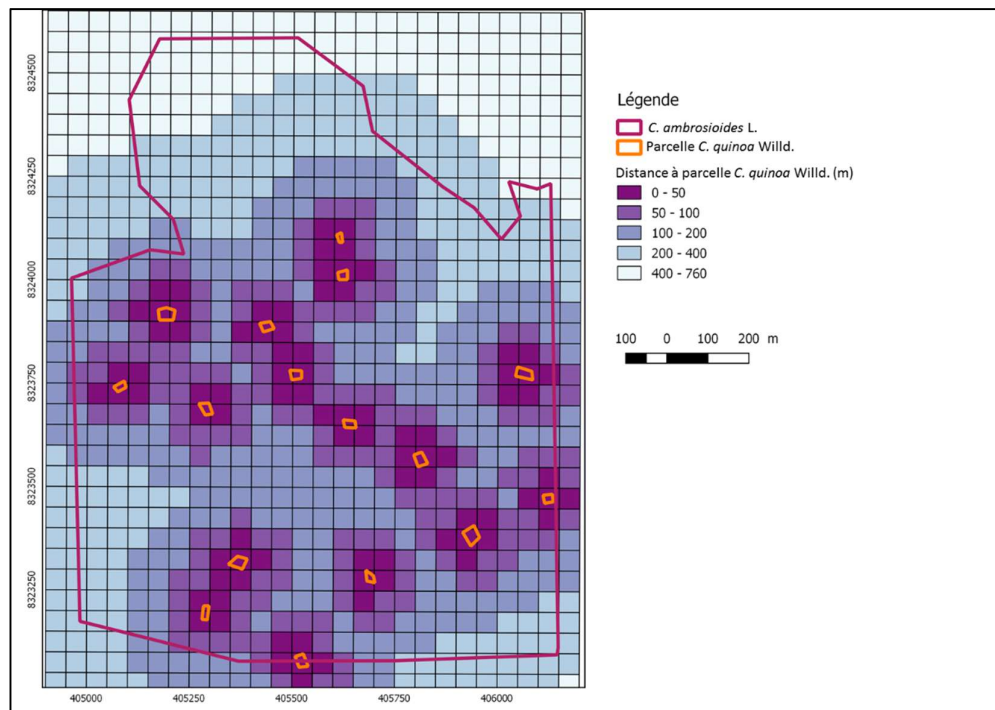


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à l'eau (m) au village d'Huancho.

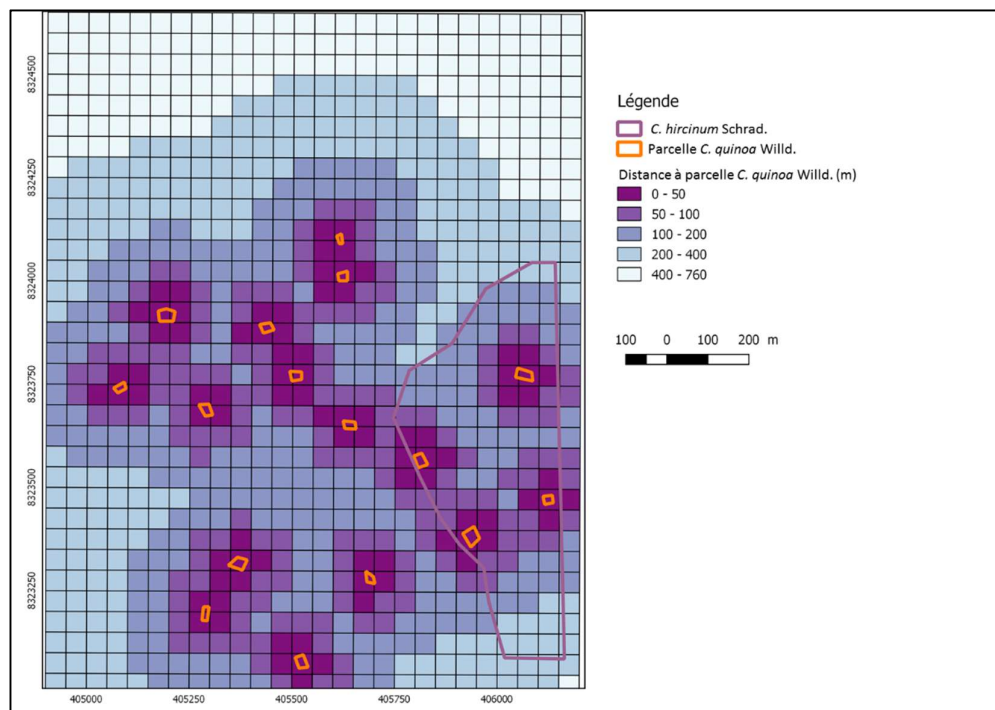


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à l'eau (m) au village d'Huancho.

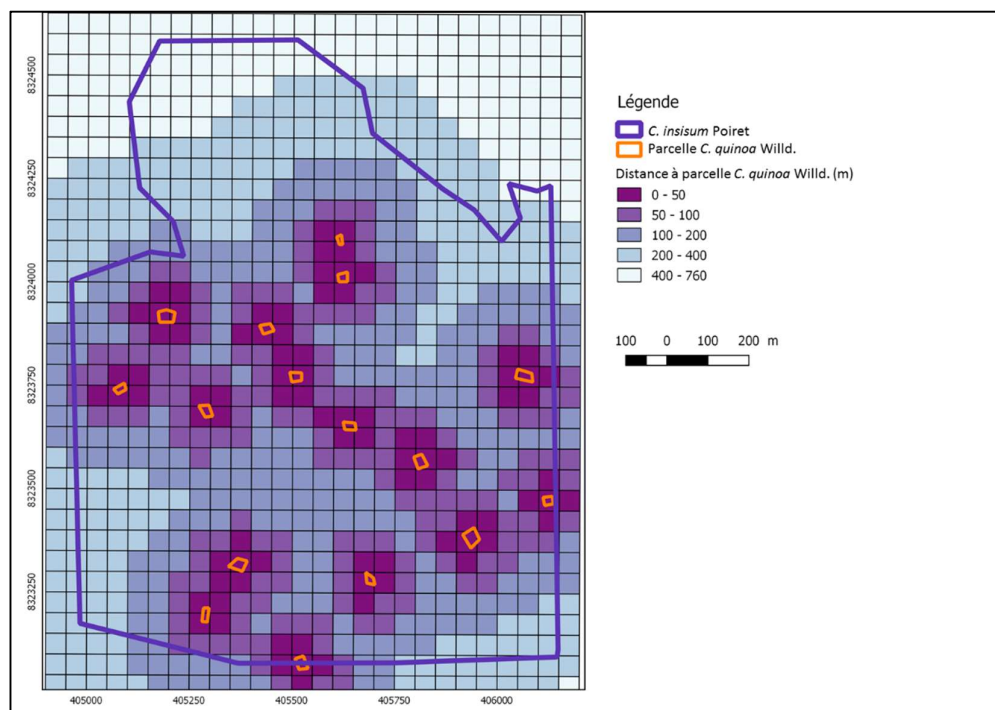
Huancho : précense perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles de *C. quinoa* Willd.



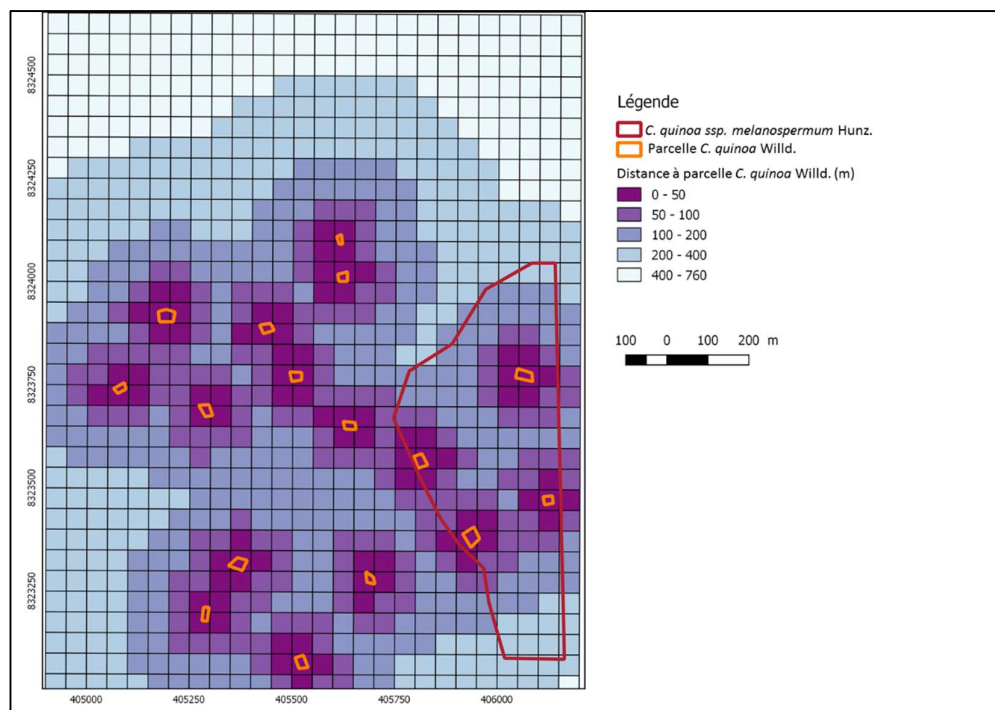
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huancho.



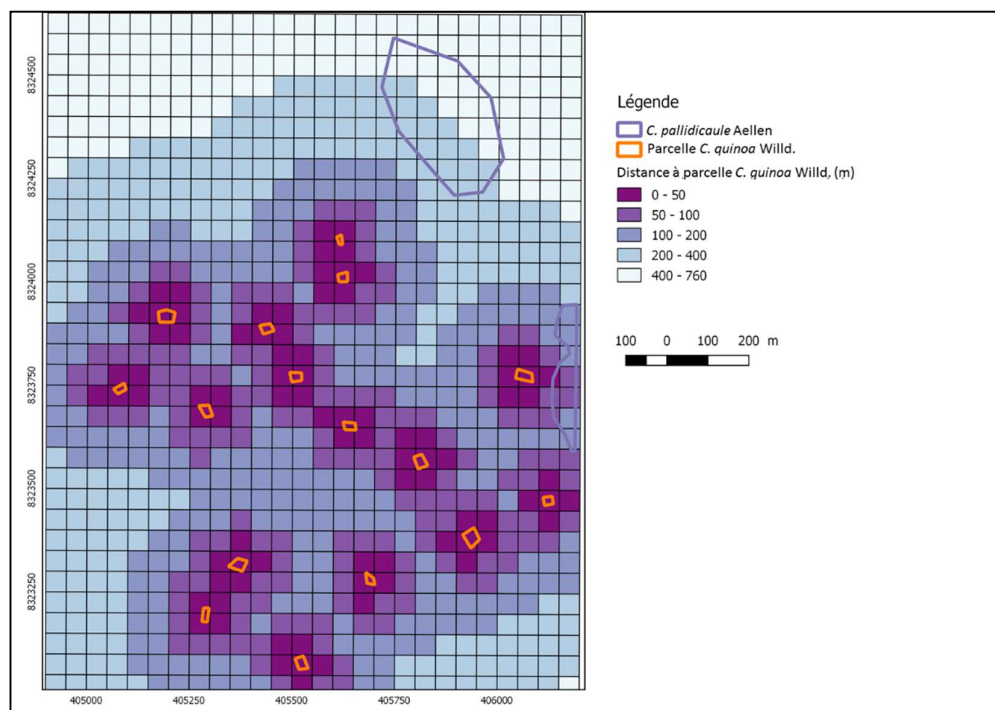
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huancho.



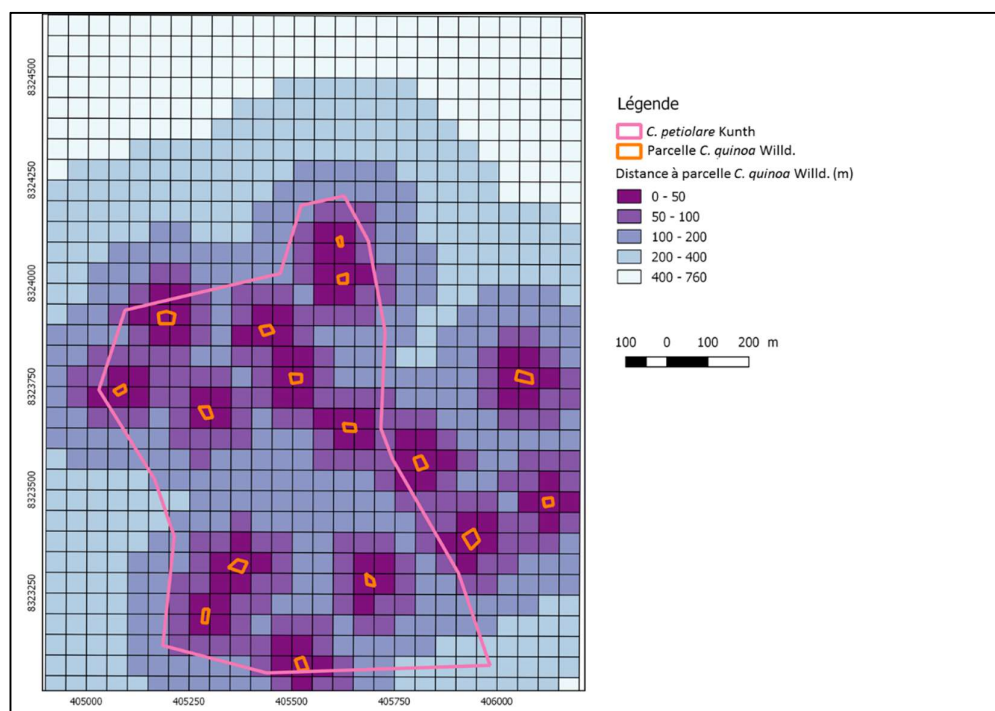
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huancho.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huancho.

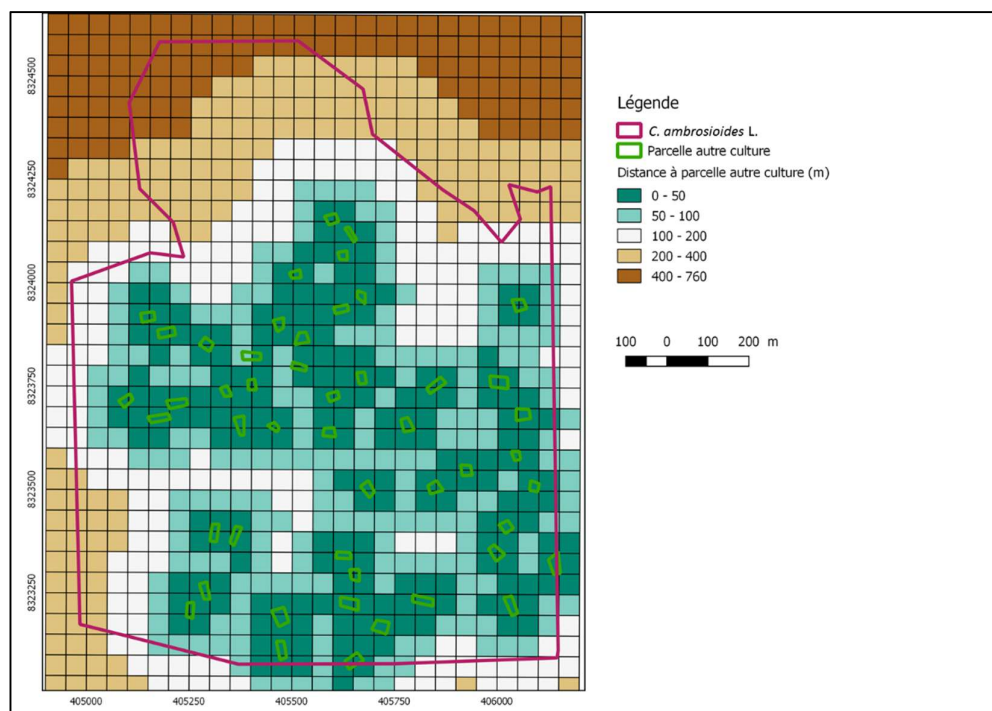


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huancho.

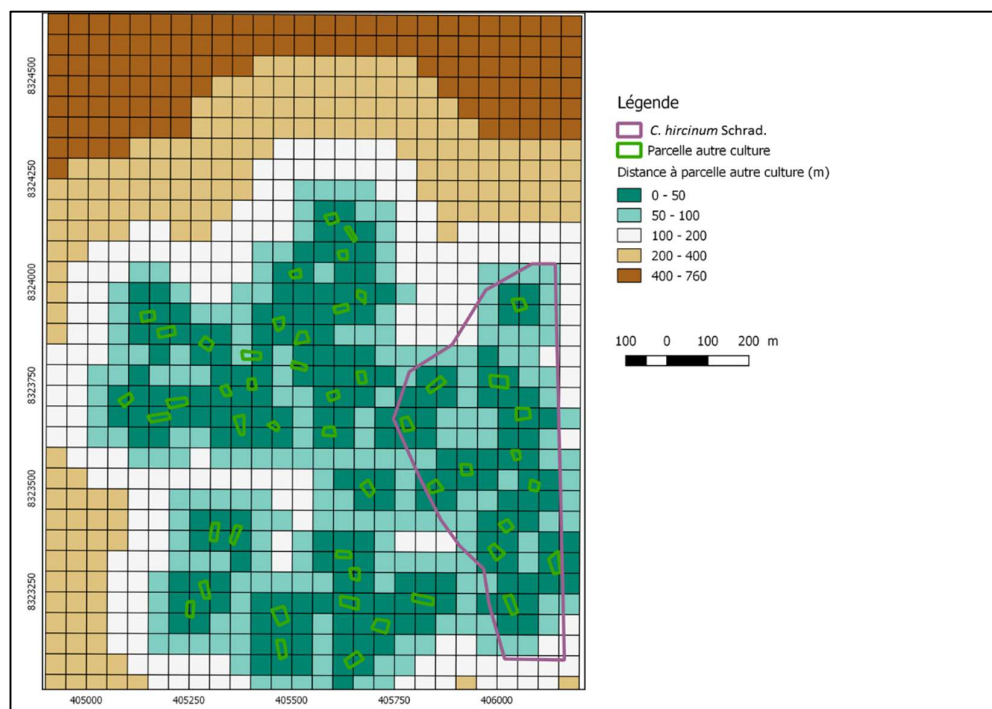


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huancho.

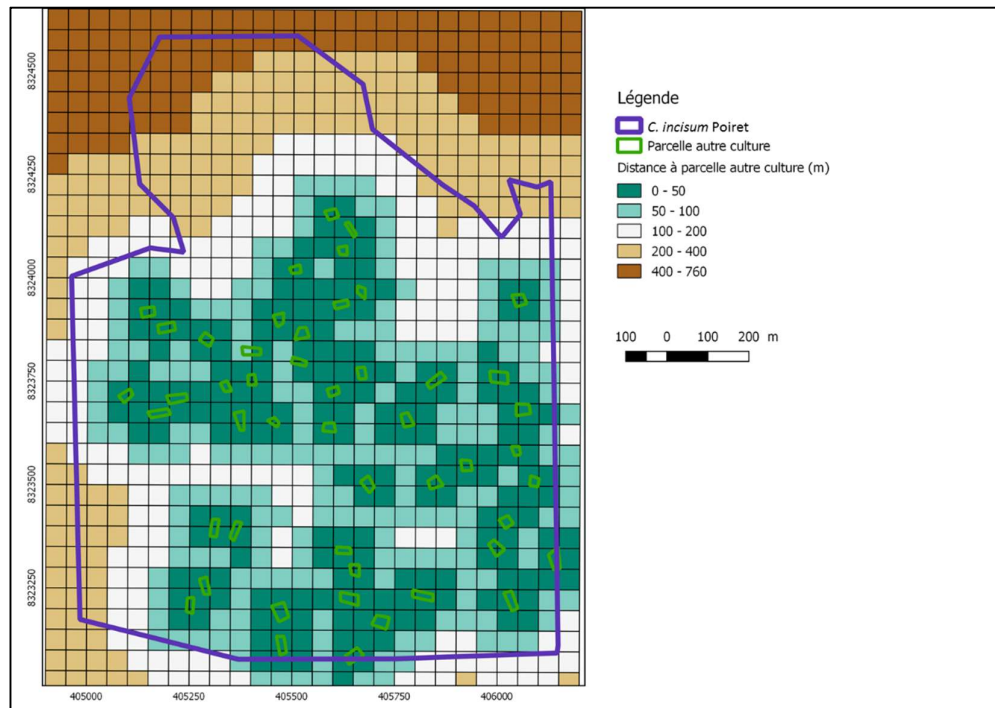
Huancho : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles d'autres cultures



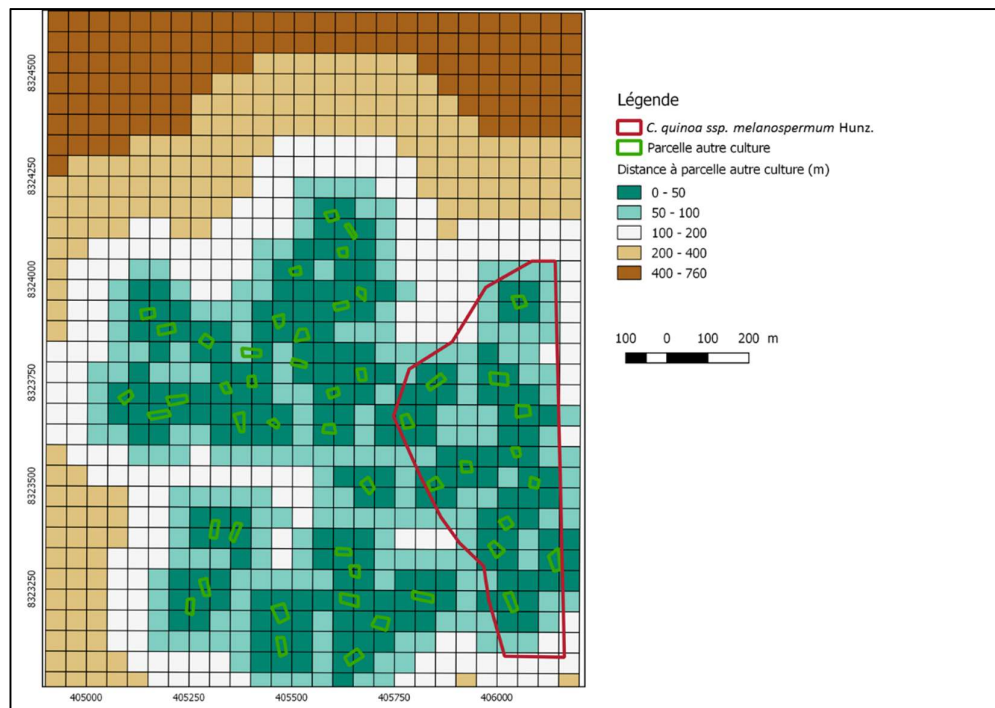
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle autre culture (m) au village d'Huancho.



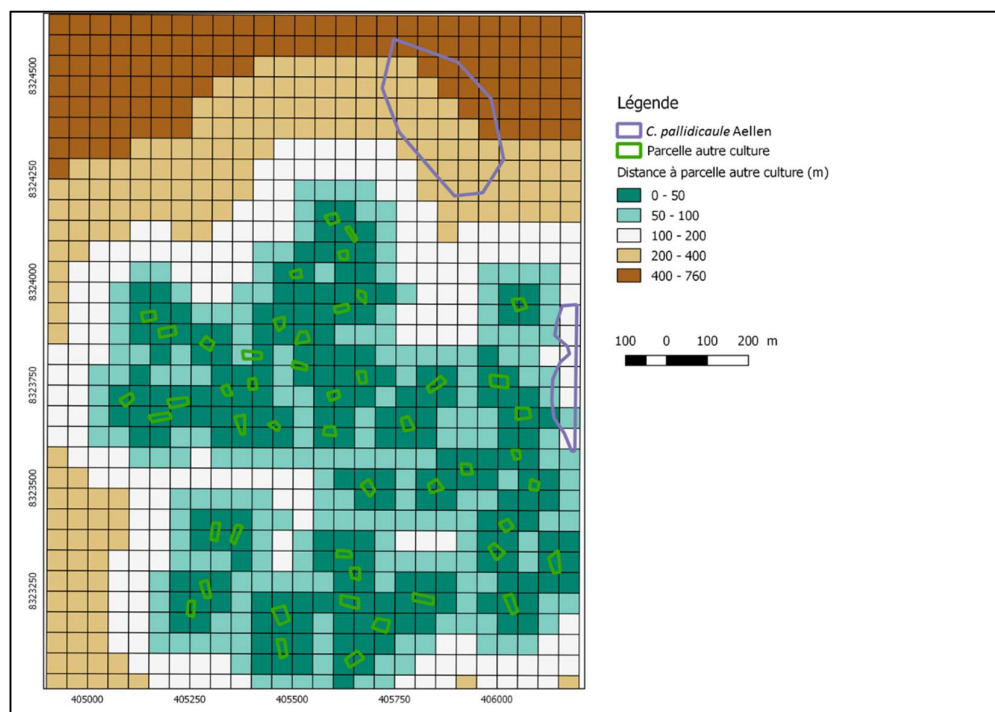
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle autre culture (m) au village d'Huancho.



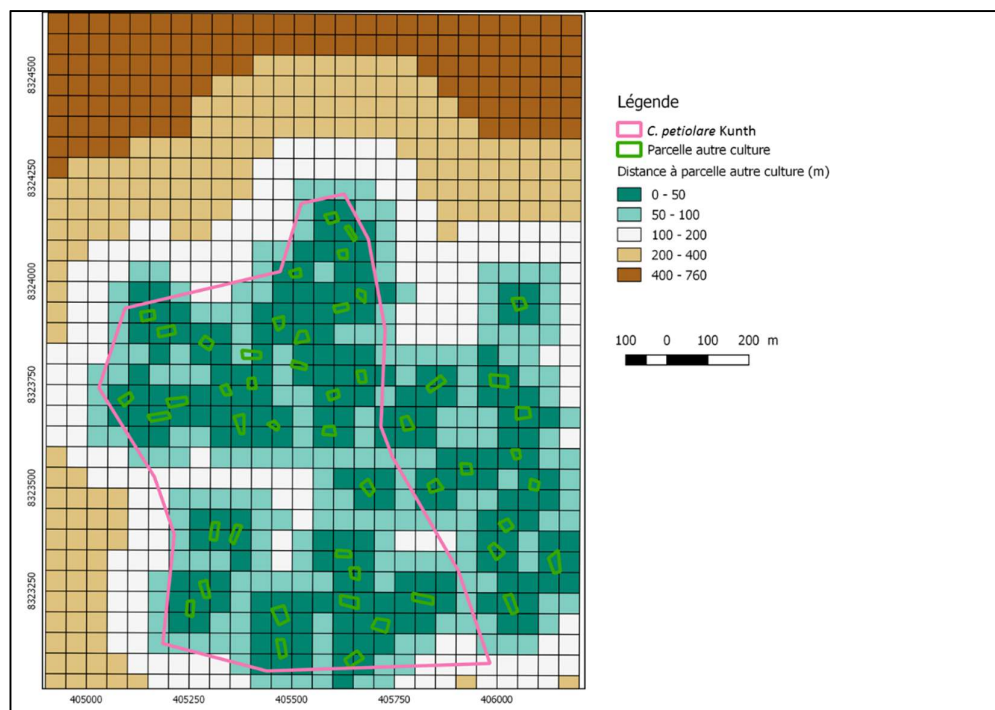
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle autre culture (m) au village d’Huancho.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à parcelle autre culture (m) au village d’Huancho.



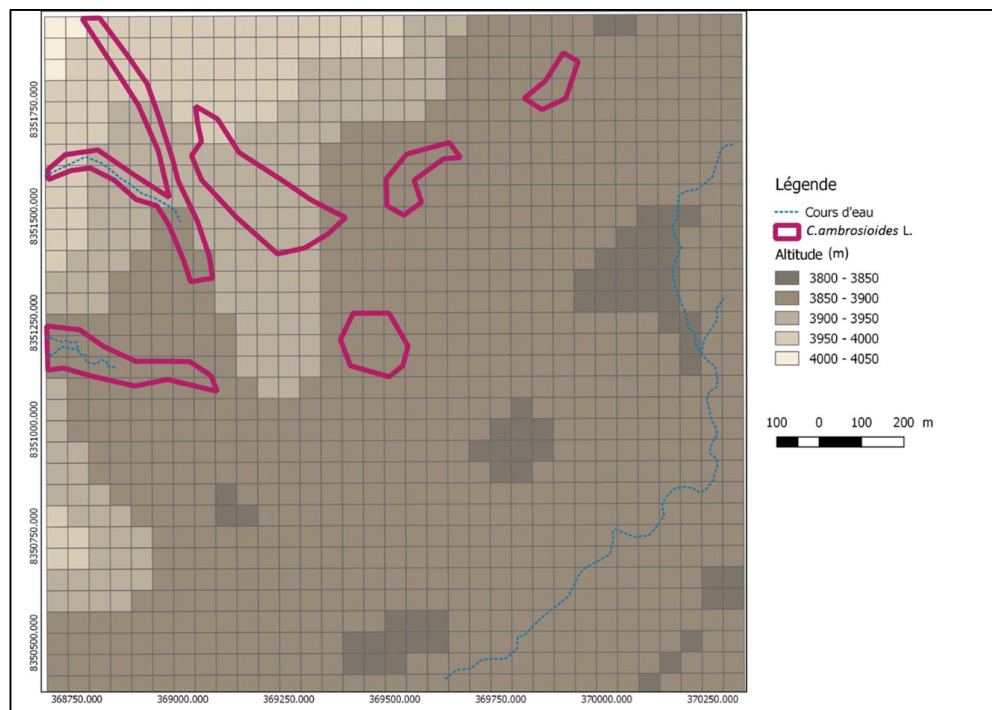
Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle autre culture (m) au village d’Huancho.



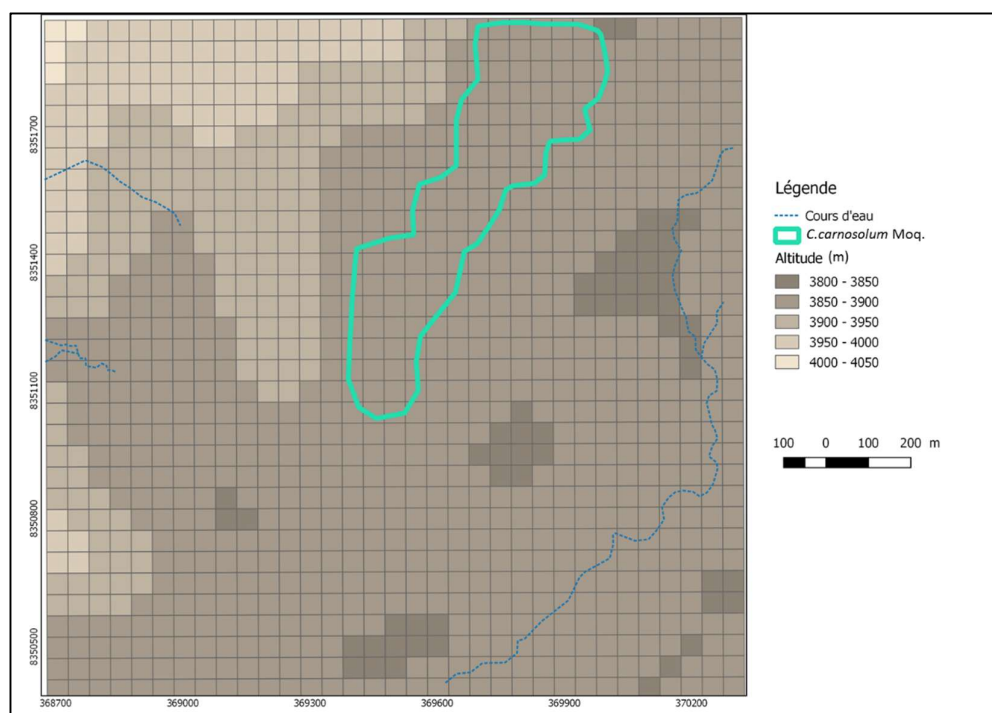
Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle autre culture (m) au village d’Huancho.

Annexe 6.3. Village de San Juan de Dios

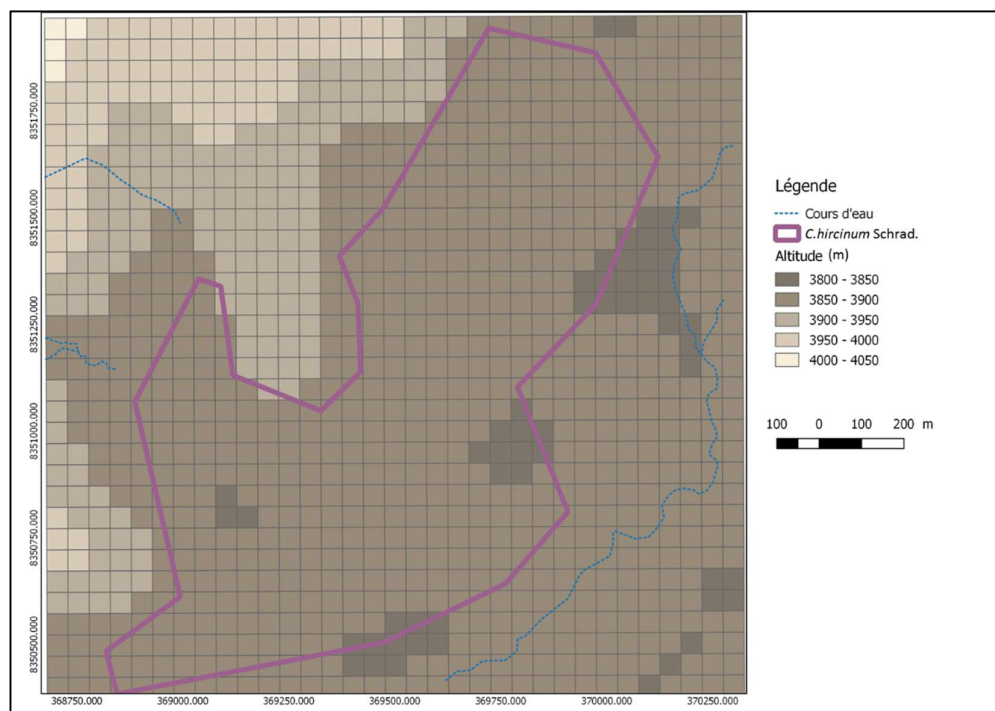
San Juan de Dios : présence perçue par espèce en fonction de l'altitude



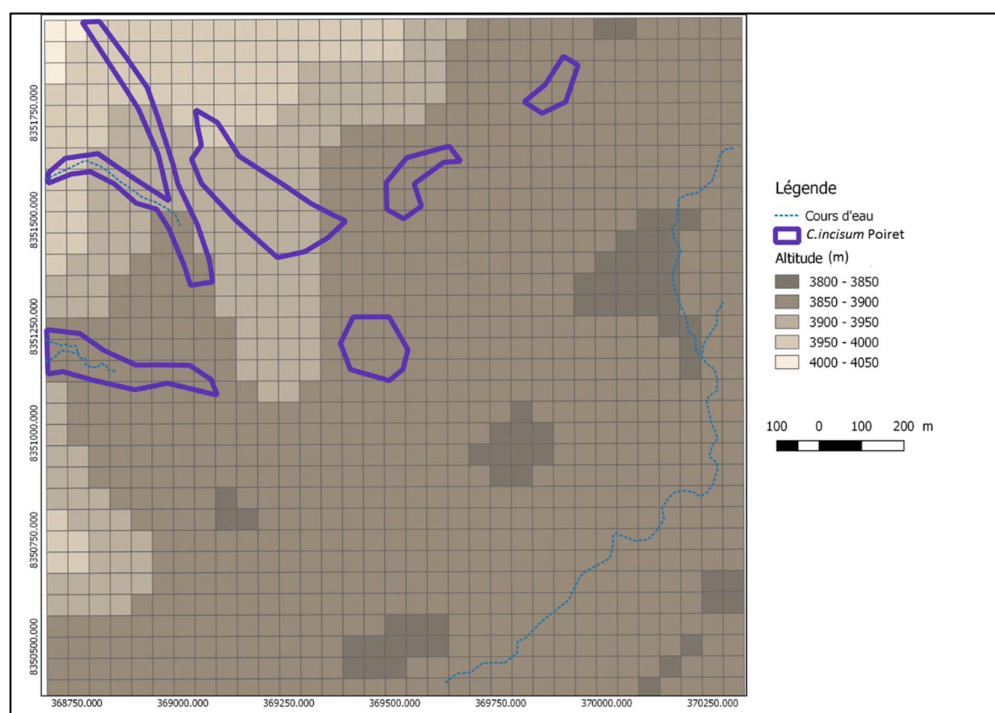
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et altitude (m) au village de San Juan de Dios.



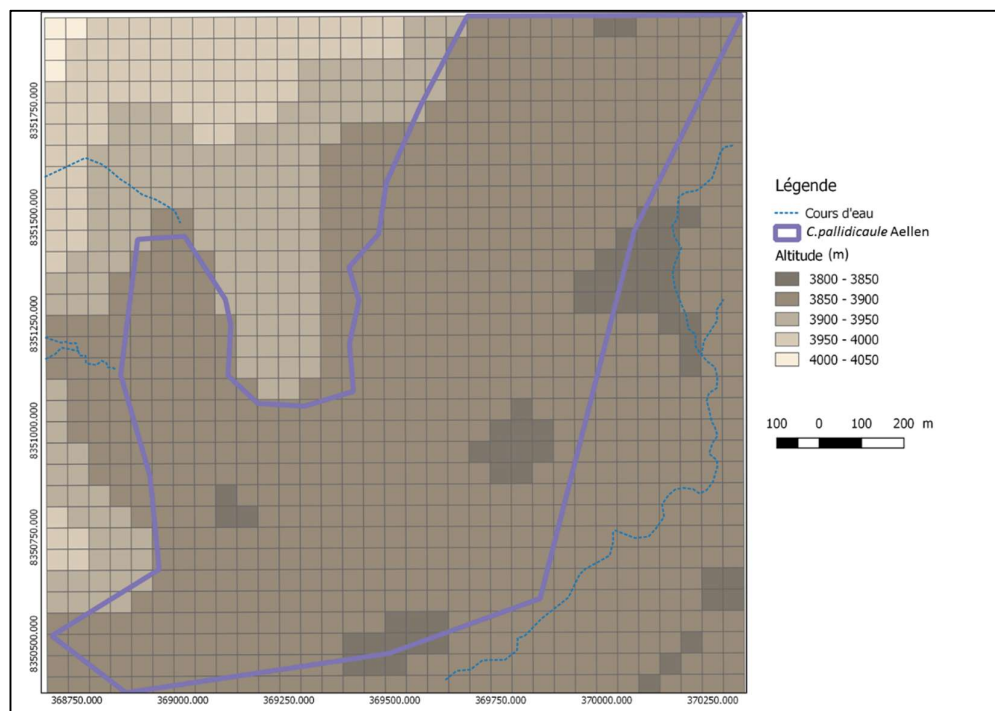
Présence perçue de *C. carnosolum* Moq. et altitude (m) au village de San Juan de Dios.



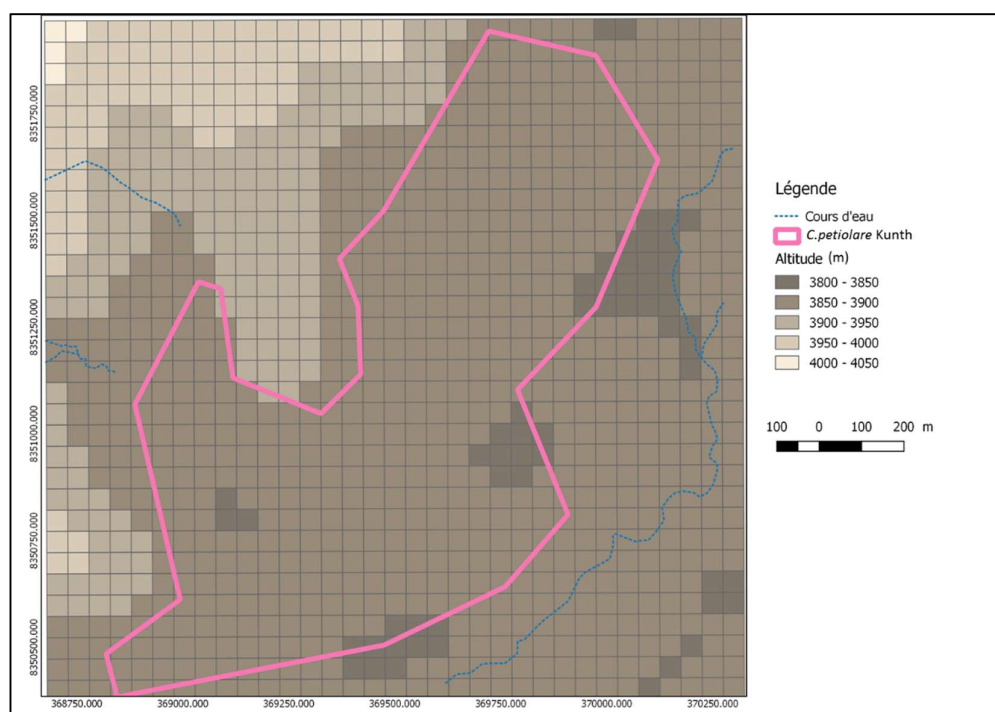
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et altitude (m) au village de San Juan de Dios.



Présence perçue de *C. incisum* Poir. et altitude (m) au village de San Juan de Dios.

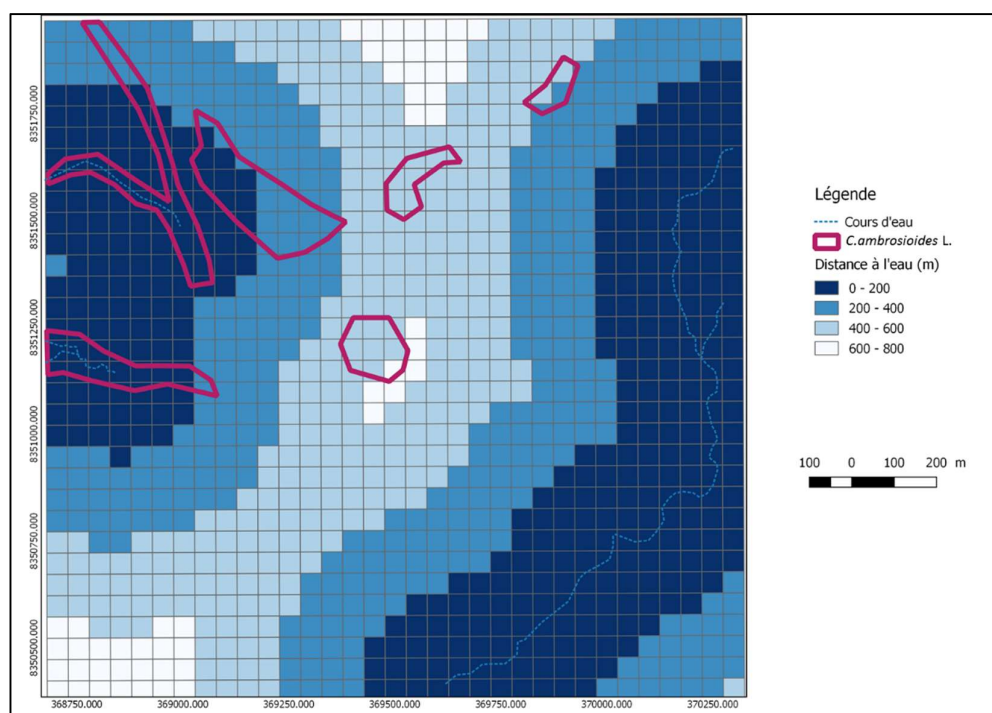


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et altitude (m) au village de San Juan de Dios.

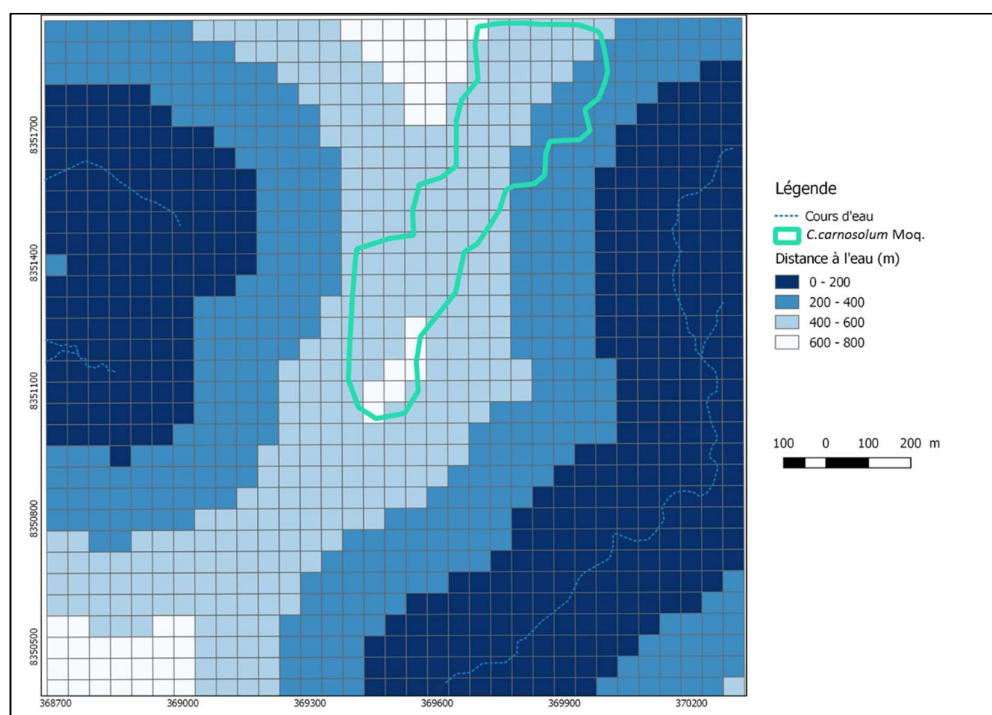


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et altitude (m) au village de San Juan de Dios.

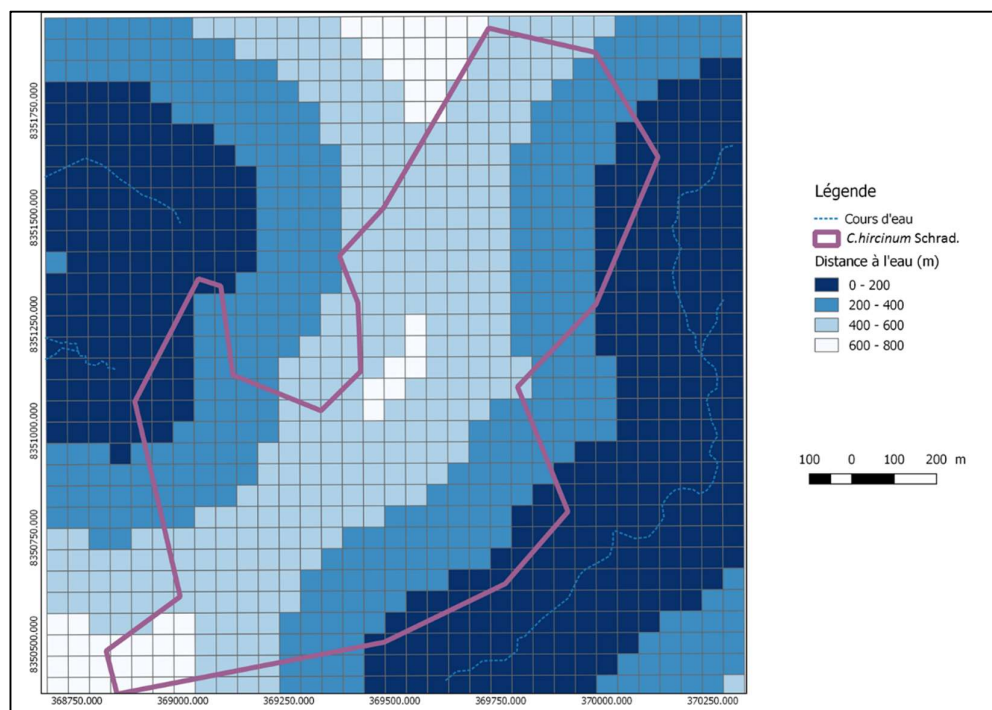
San Juan de Dios : présence perçue par espèce en fonction de la distance à l'eau



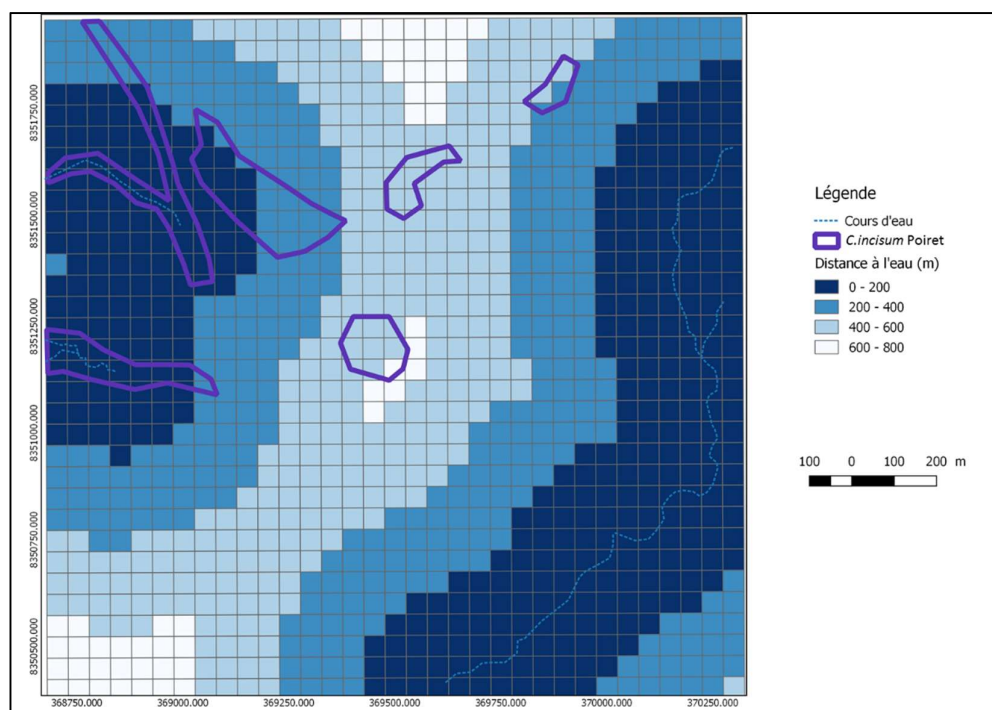
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à l'eau (m) au village de San Juan de Dios.



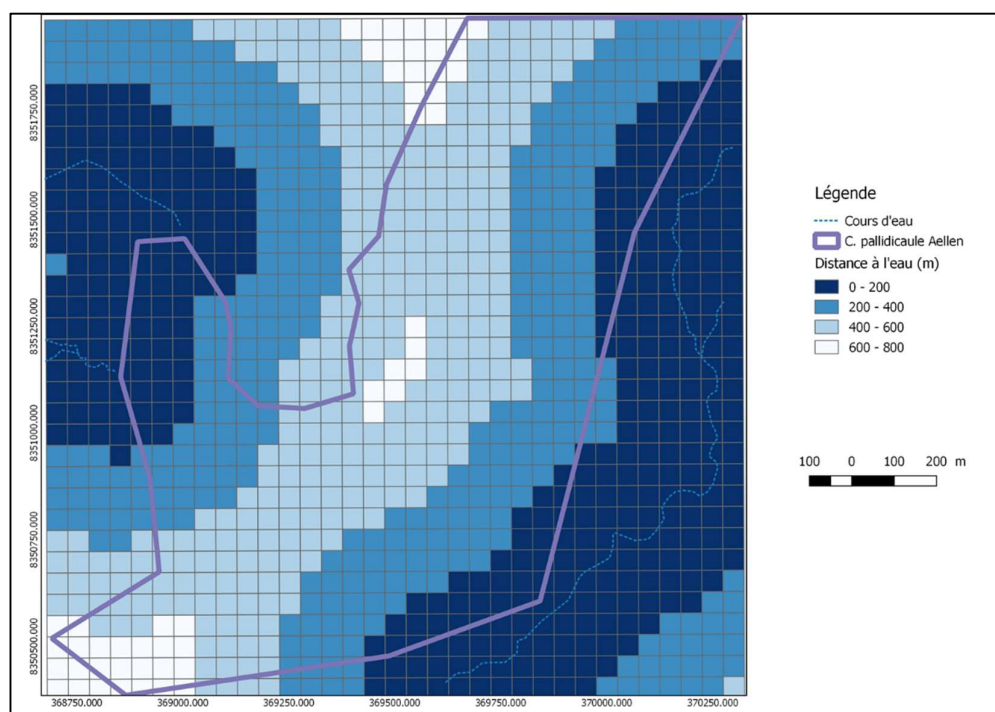
Présence perçue de *C. carnosolum* Moq. et distance à l'eau (m) au village de San Juan de Dios.



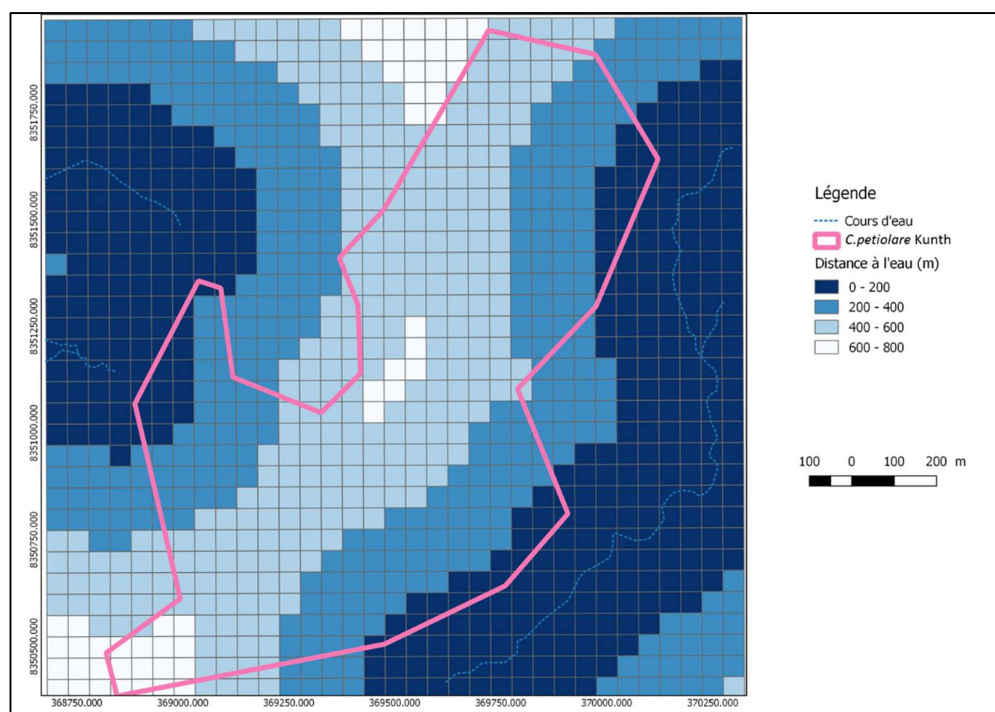
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à l'eau (m) au village de San Juan de Dios.



Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à l'eau (m) au village de San Juan de Dios.

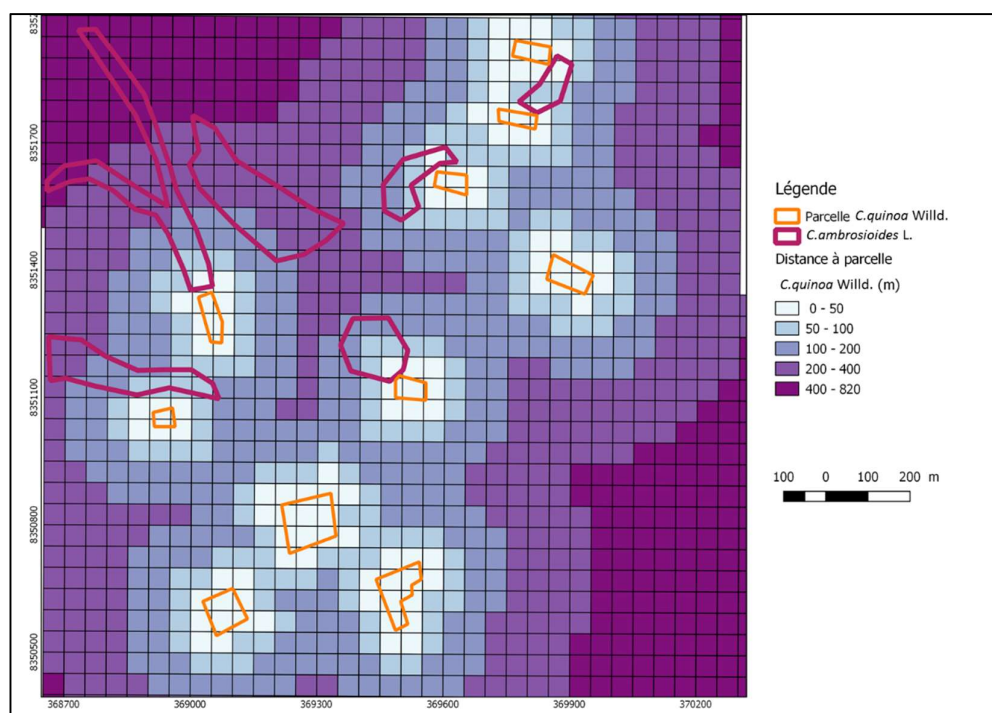


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à l'eau (m) au village de San Juan de Dios.

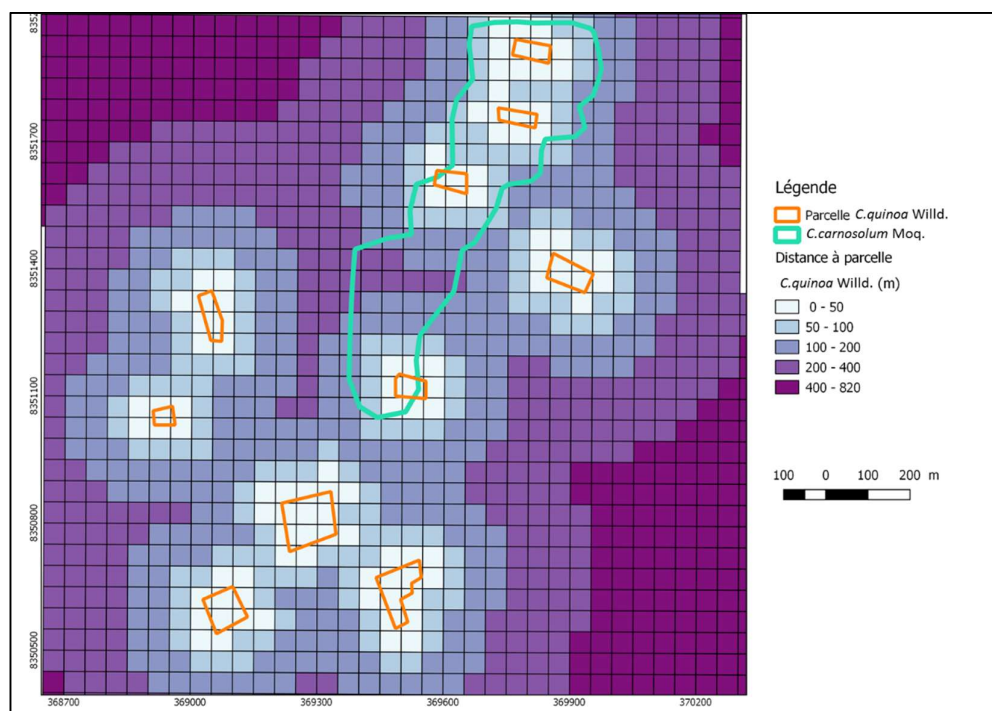


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à l'eau (m) au village de San Juan de Dios.

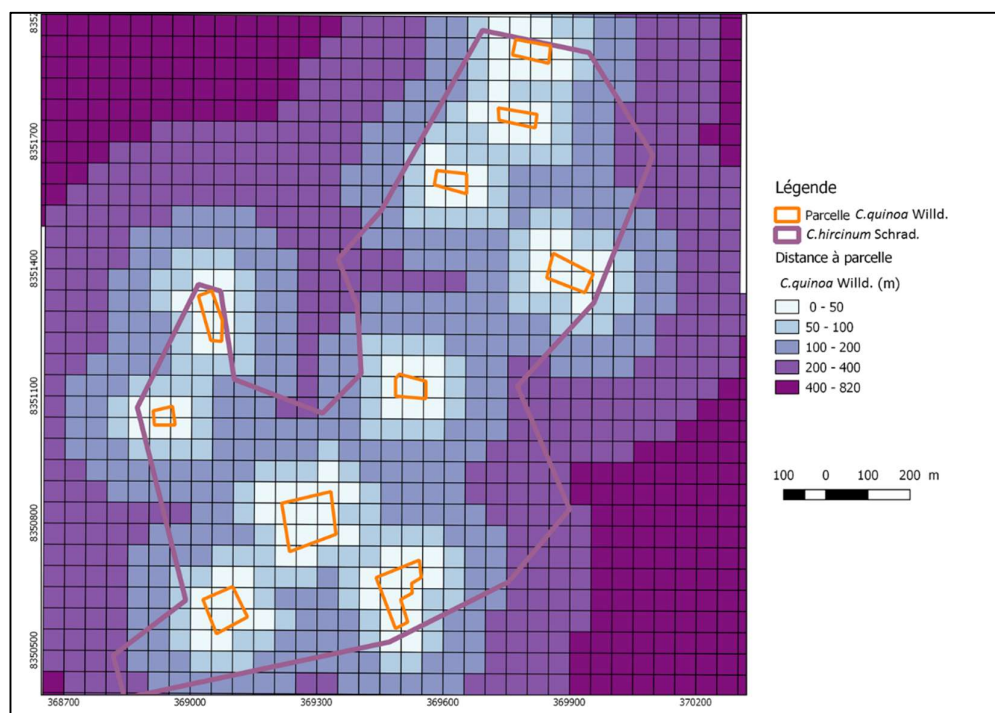
**San Juan de Dios : présence perçue par espèce en fonction de la distance
aux parcelles de *C. quinoa* Willd.**



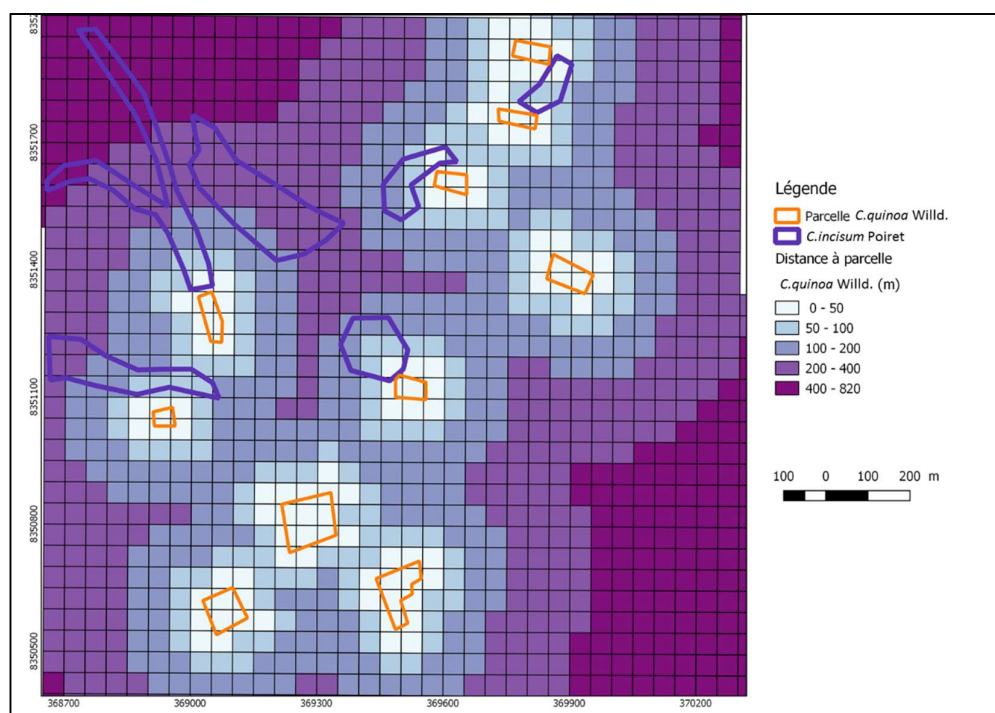
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de San Juan de Dios.



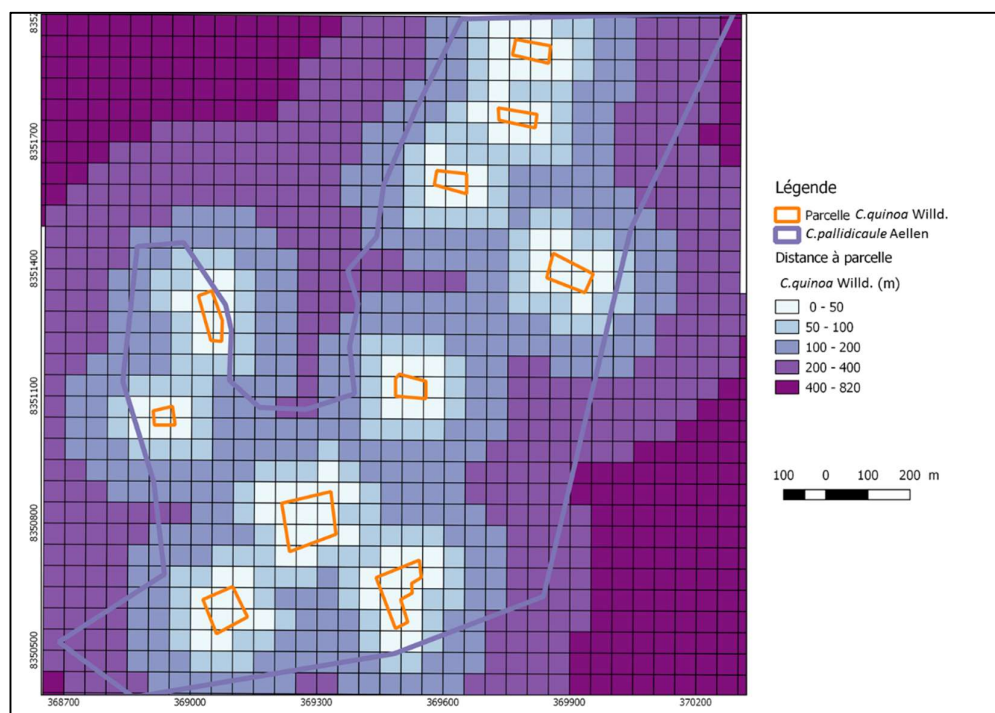
Présence perçue de *C. carnosolum* Moq. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de San Juan de Dios.



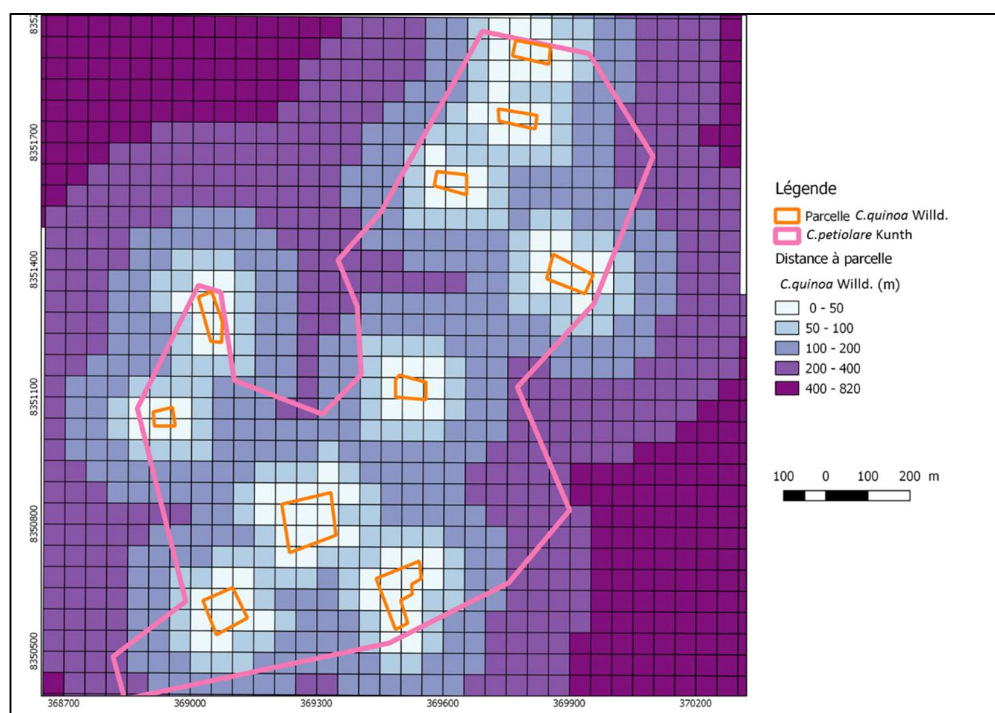
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de San Juan de Dios.



Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de San Juan de Dios.

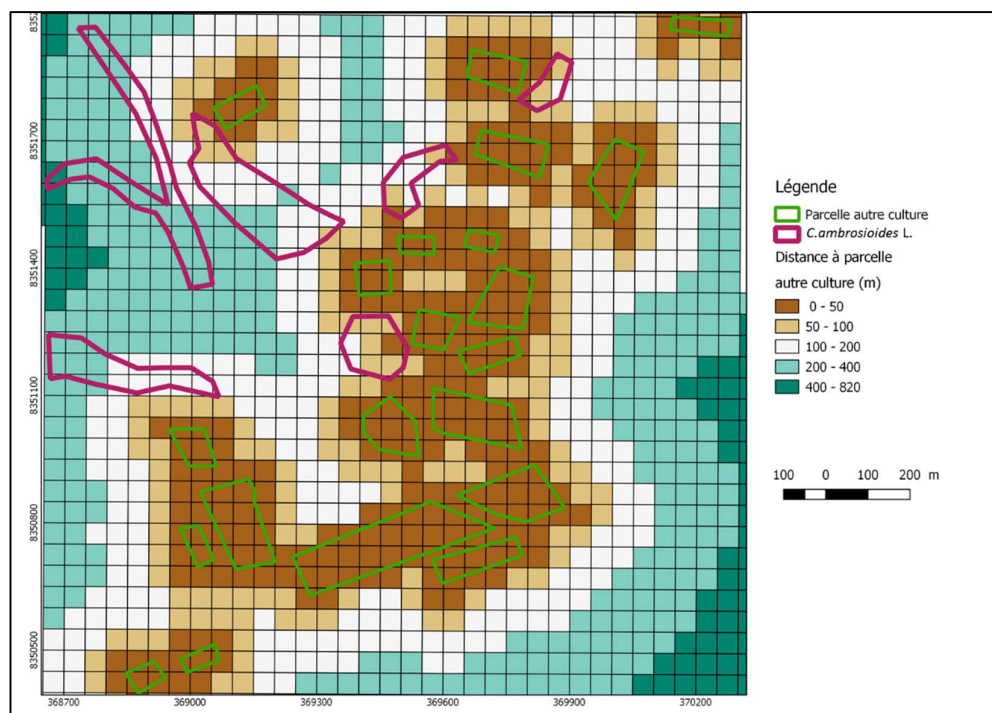


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de San Juan de Dios.

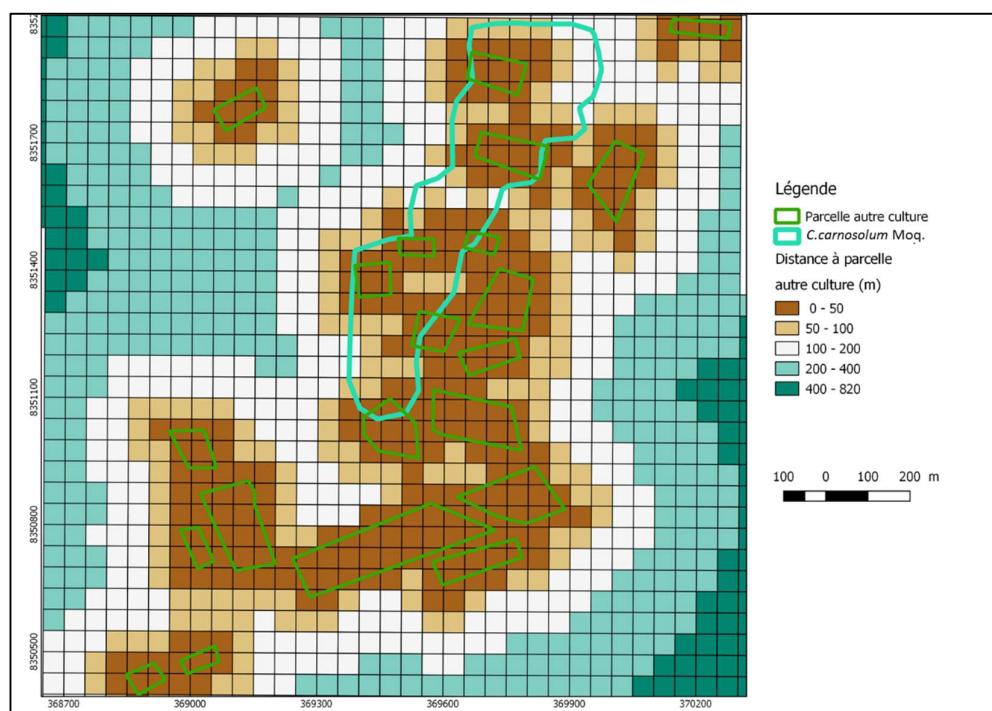


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de San Juan de Dios.

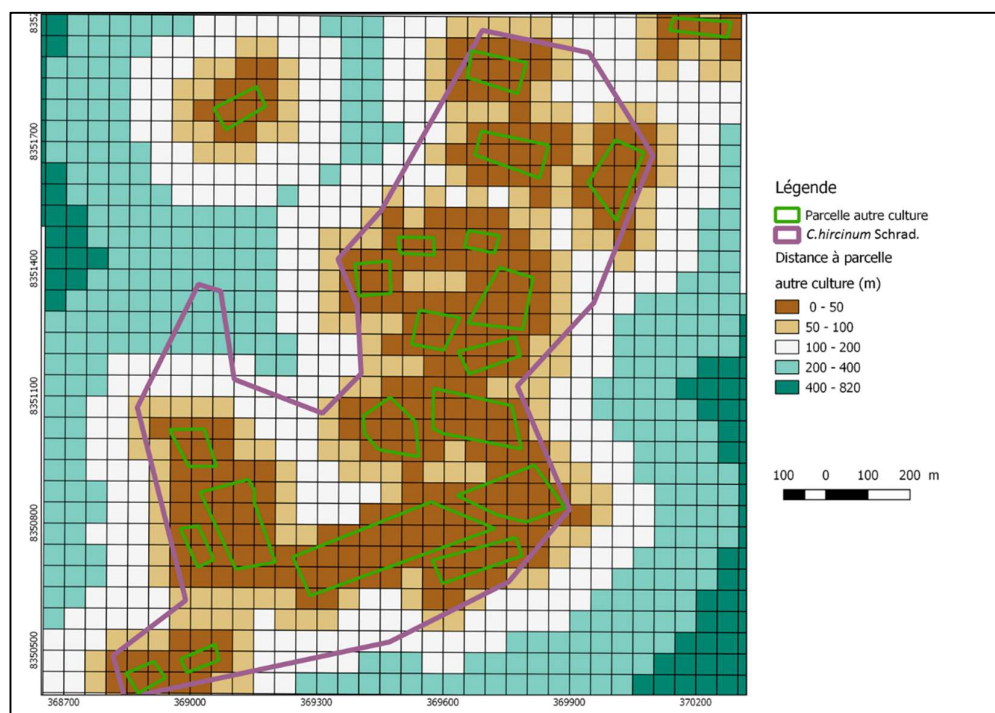
San Juan de Dios : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles d'autres cultures



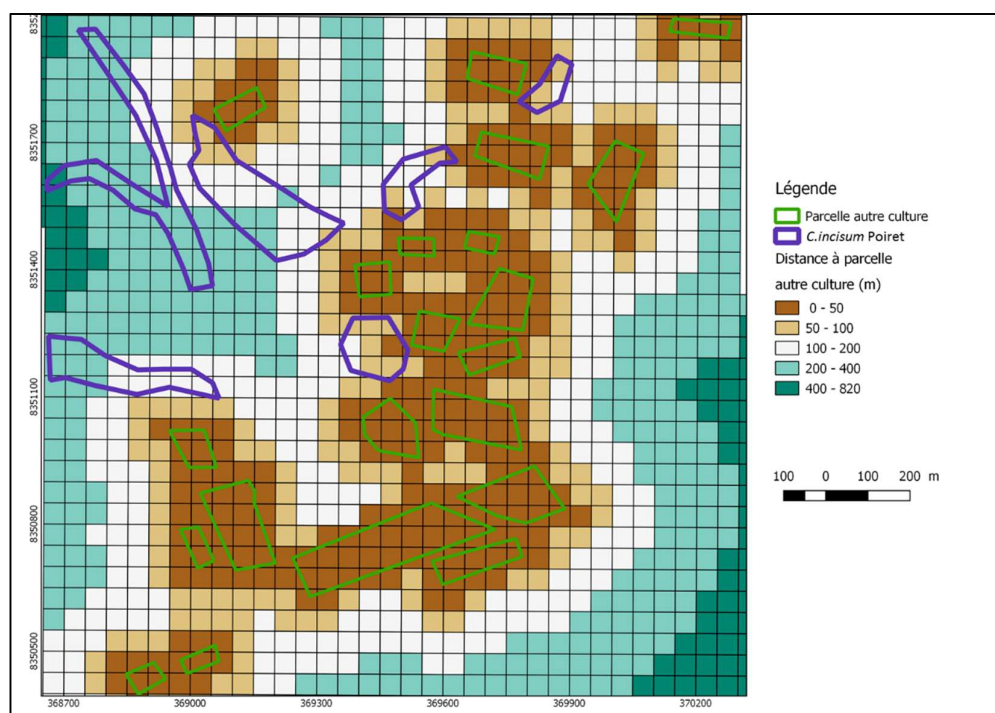
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle autre culture (m) au village de San Juan de Dios.



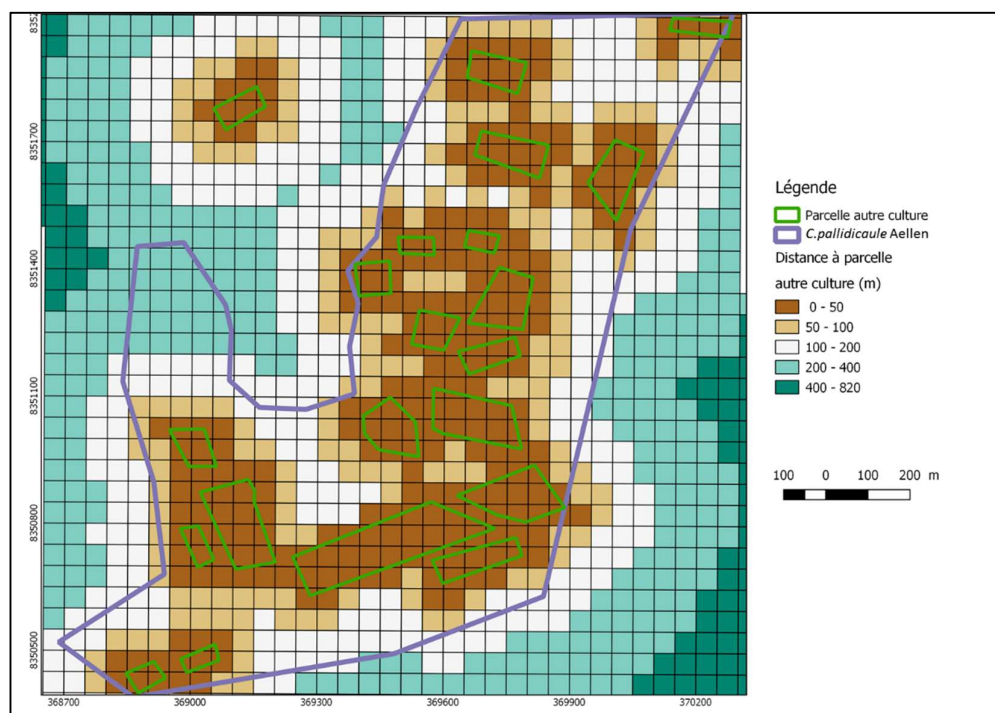
Présence perçue de *C. carnosolum* Moq. et distance à parcelle autre culture (m) au village de San Juan de Dios.



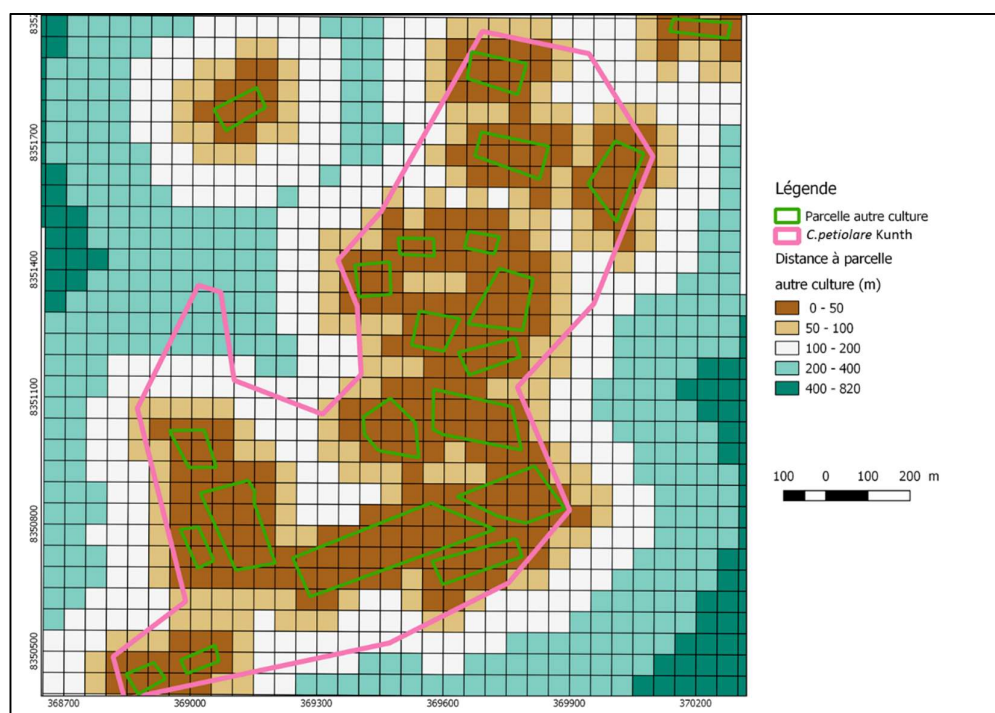
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle autre culture (m) au village de San Juan de Dios.



Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle autre culture (m) au village de San Juan de Dios.



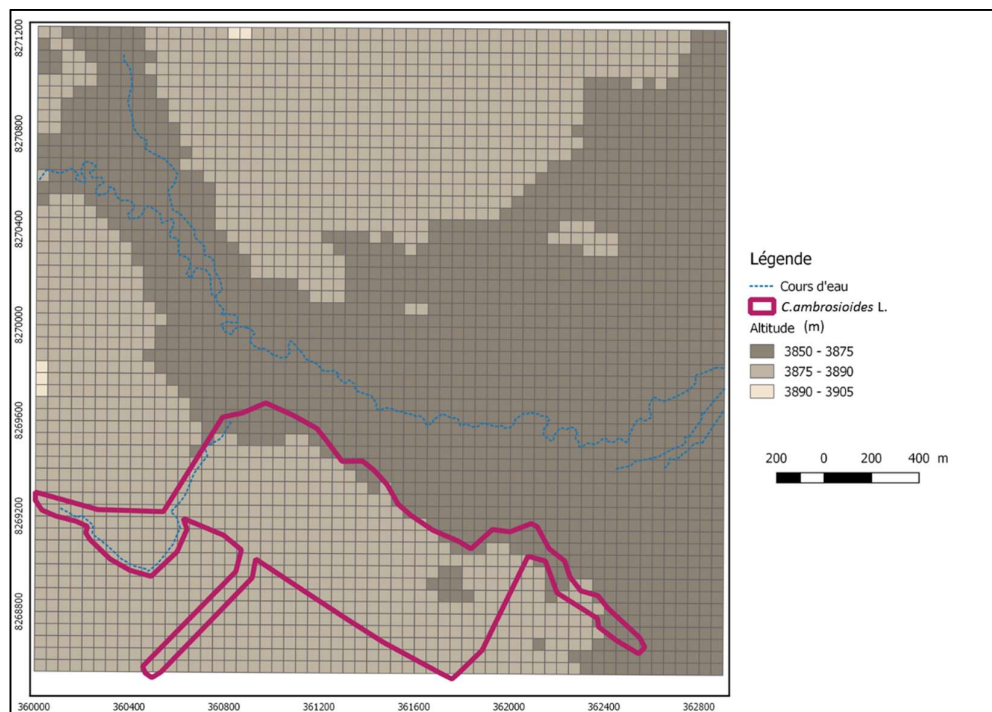
Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle autre culture (m) au village de San Juan de Dios.



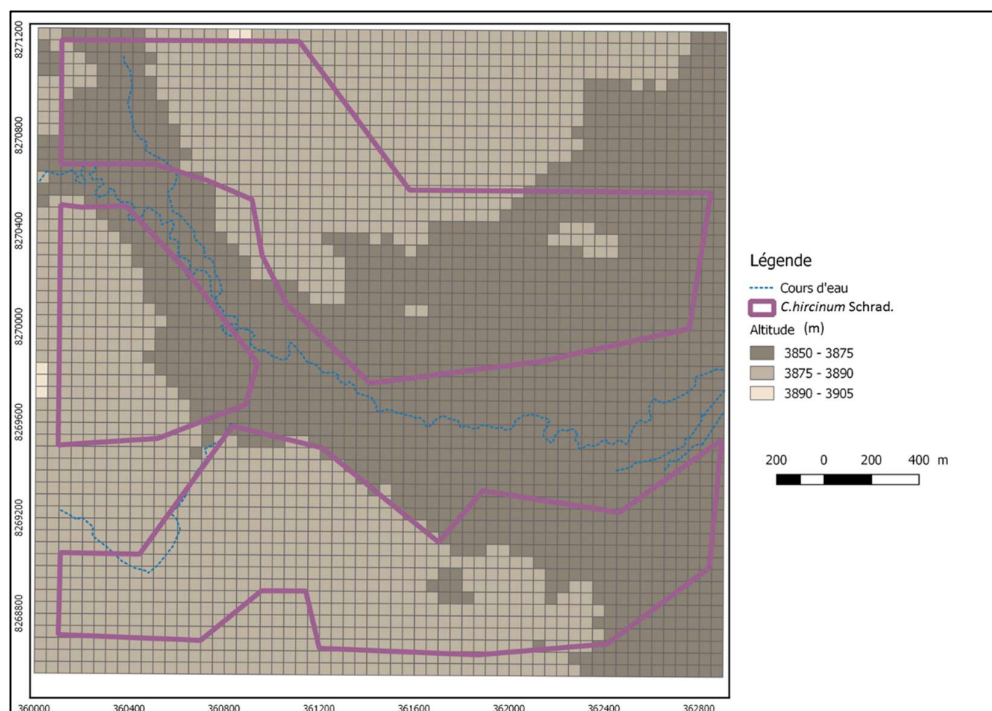
Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle autre culture (m) au village de San Juan de Dios.

Annexe 6.4. Village de Vizallani

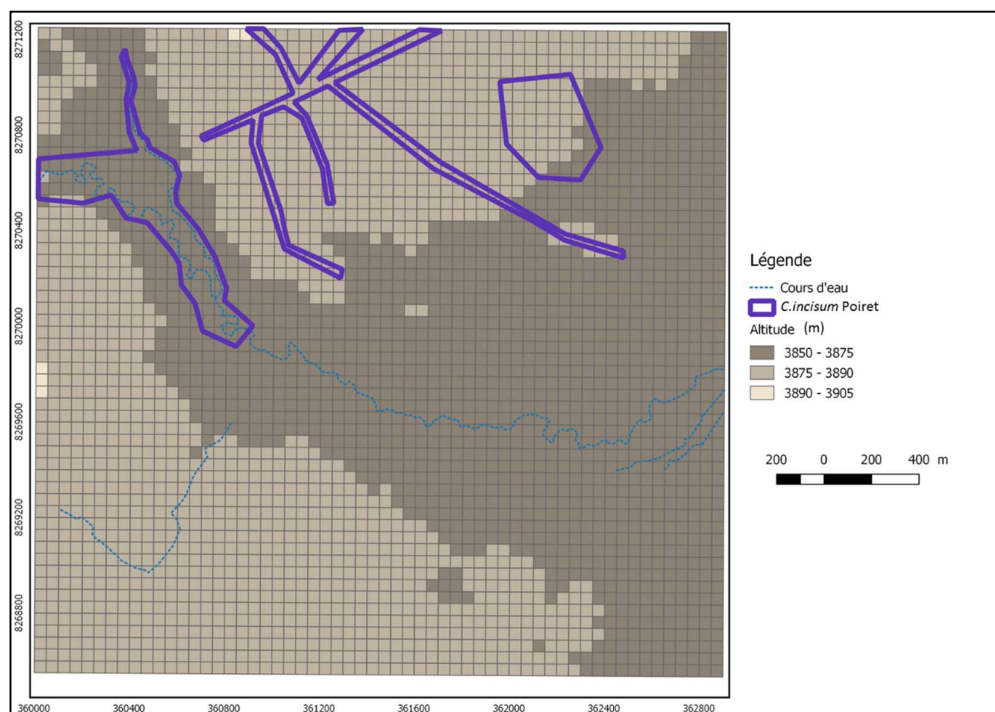
Vizallani : présence perçue par espèce en fonction de l'altitude



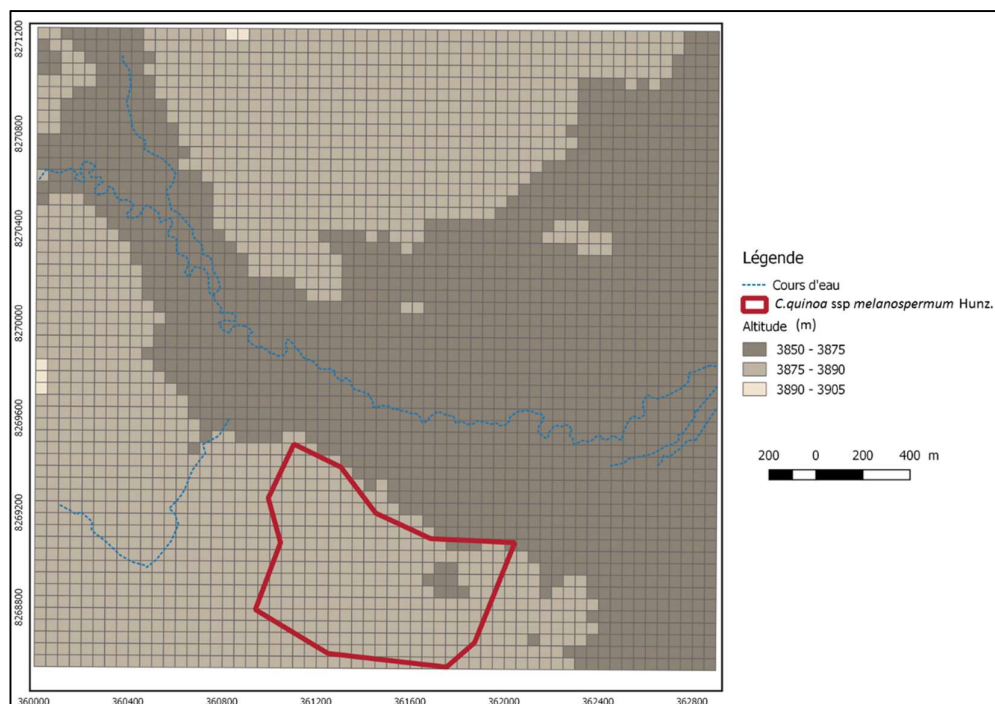
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et altitude (m) au village de Vizallani.



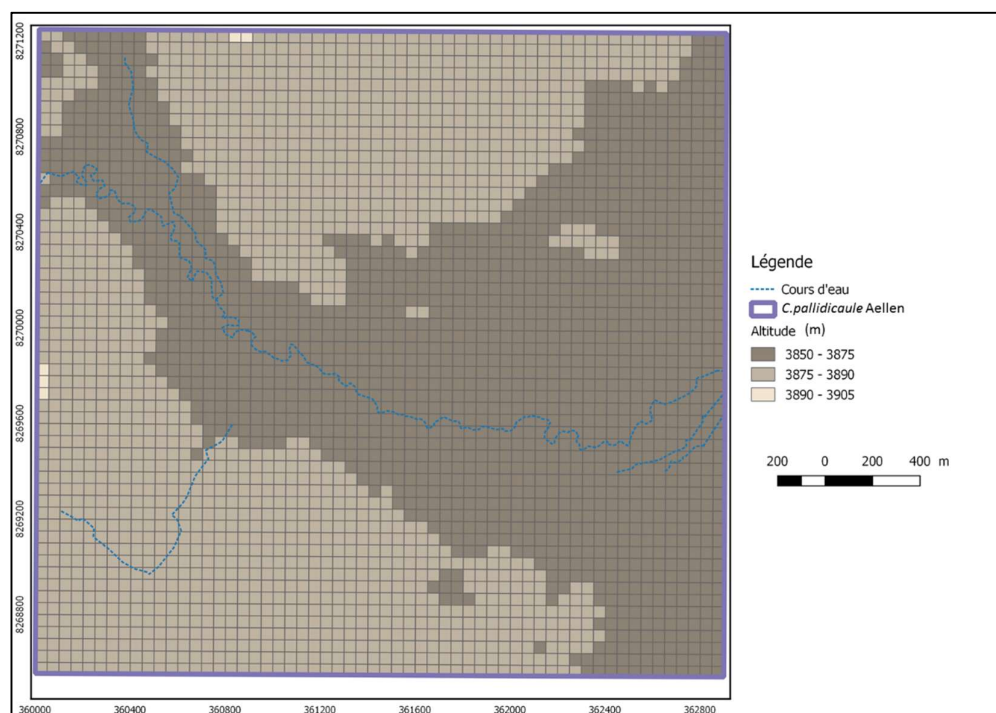
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et altitude (m) au village de Vizallani.



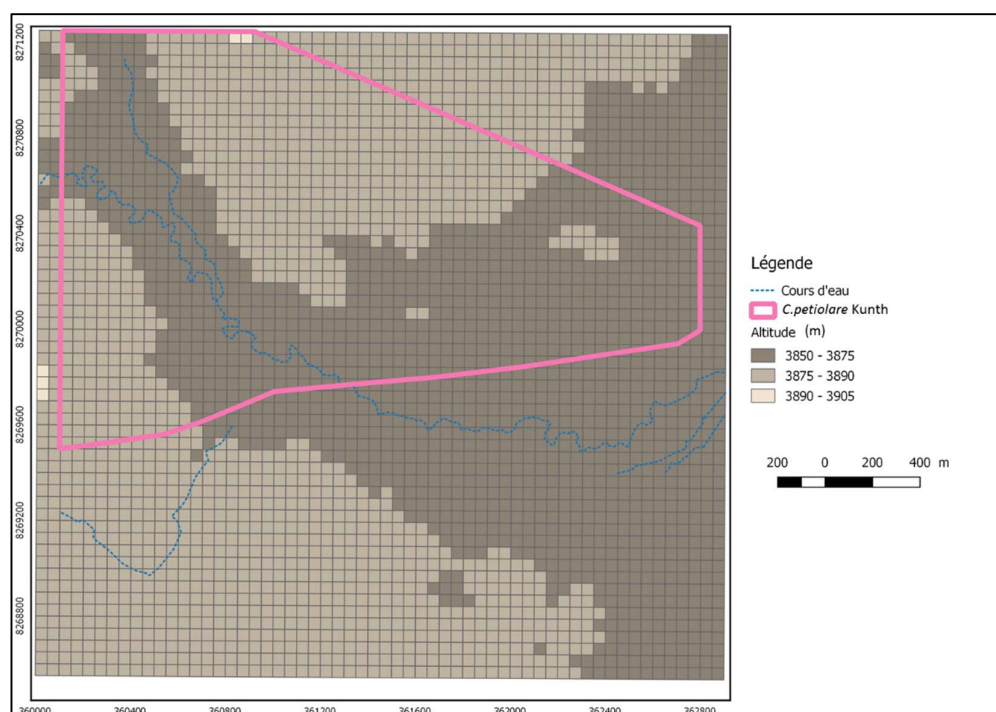
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et altitude (m) au village de Vizallani.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et altitude (m) au village de Vizallani.

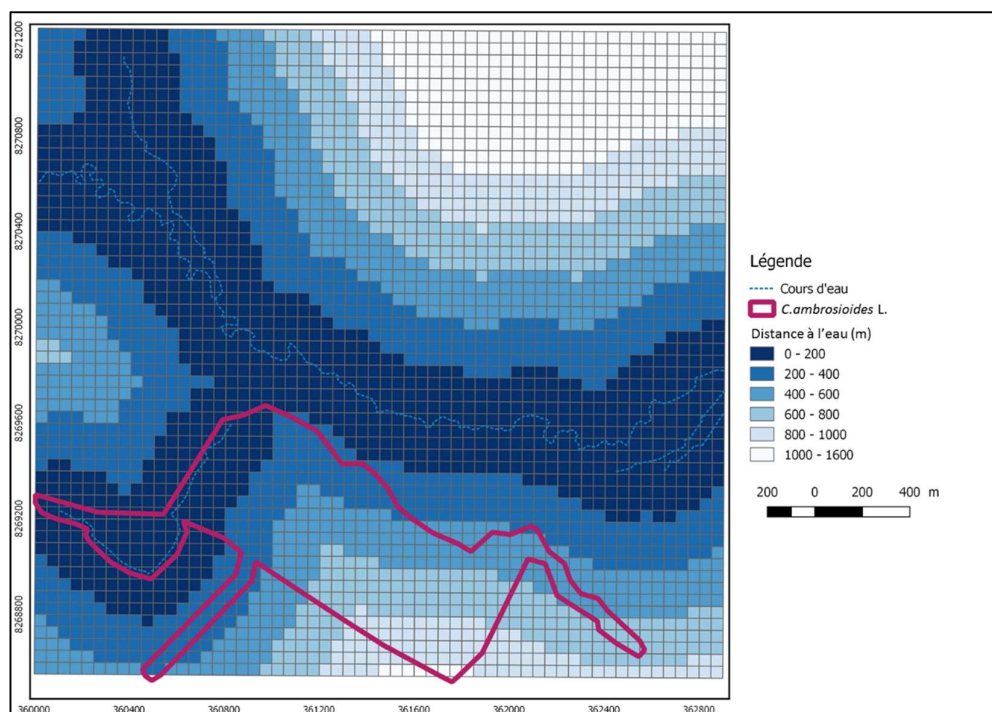


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et altitude (m) au village de Vizallani.

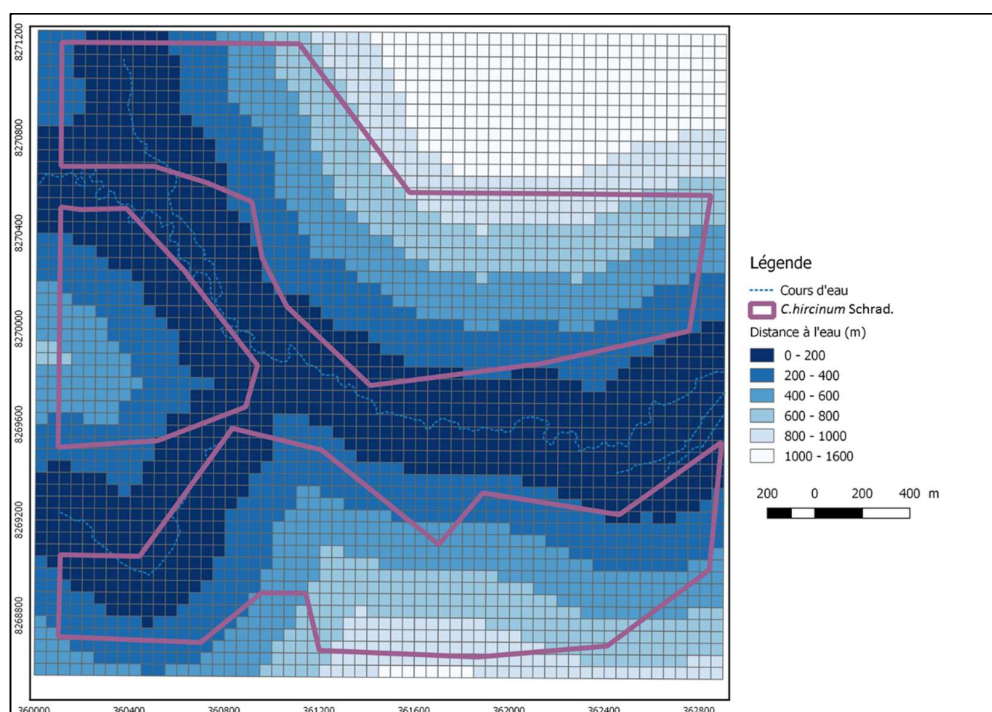


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et altitude (m) au village de Vizallani.

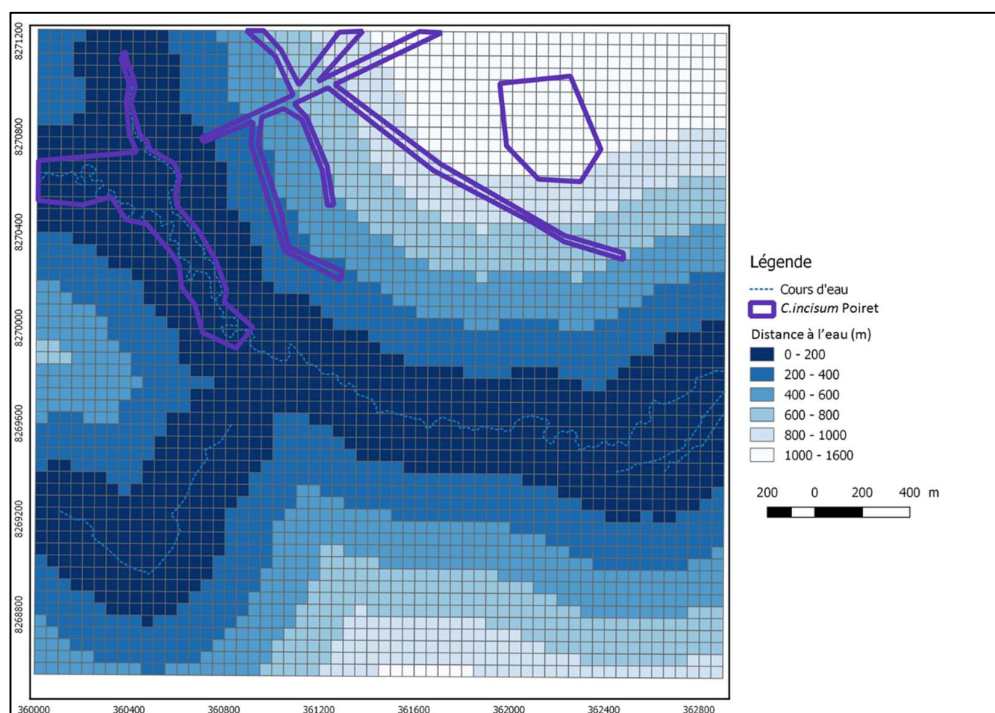
Vizallani : présence perçue par espèce en fonction de la distance à l'eau



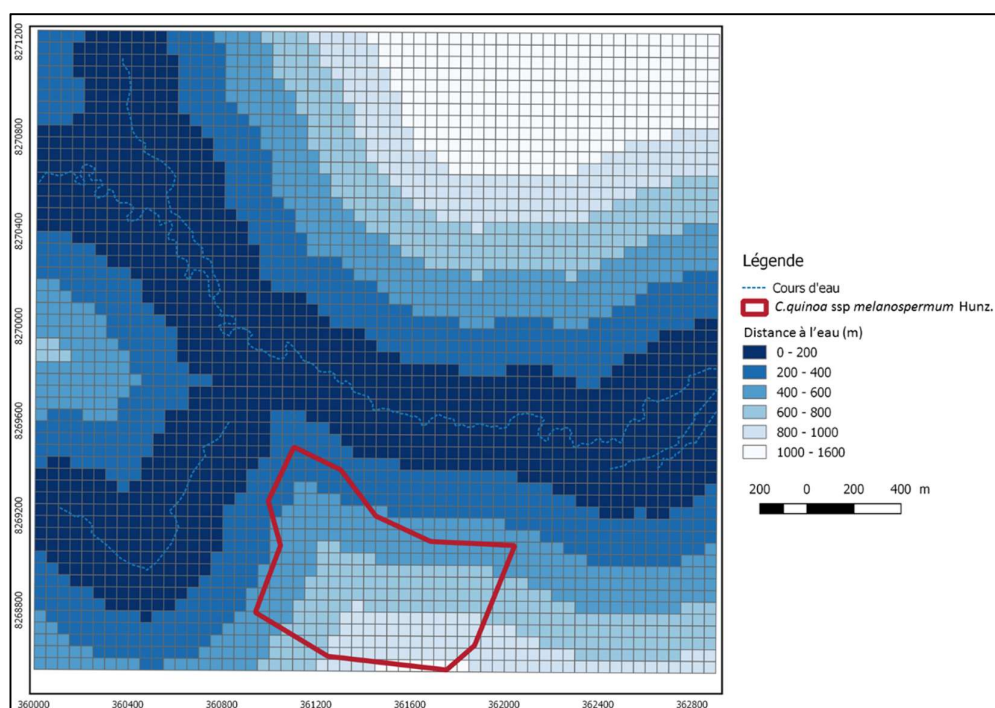
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à l'eau (m) au village de Vizallani.



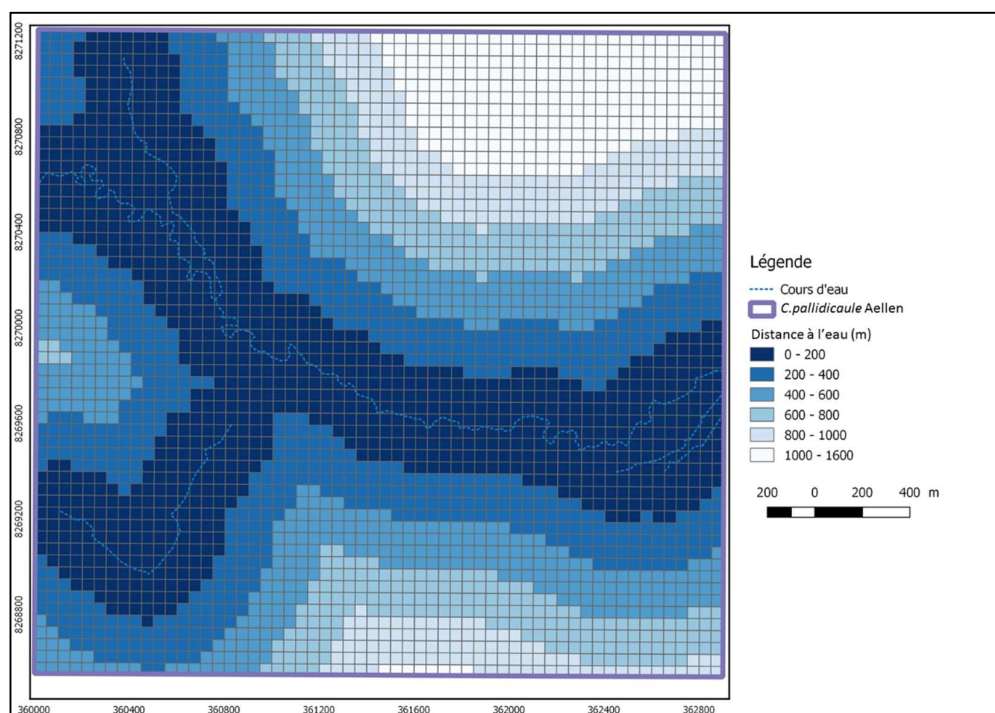
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à l'eau (m) au village de Vizallani.



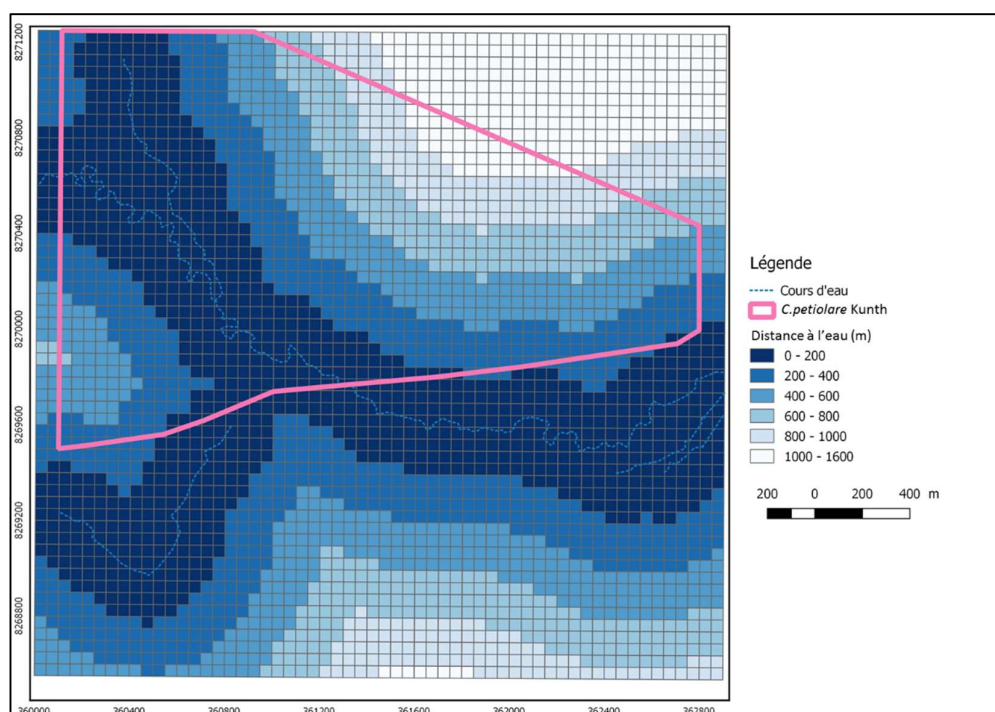
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à l'eau (m) au village de Vizallani.



Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et distance à l'eau (m) au village de Vizallani.

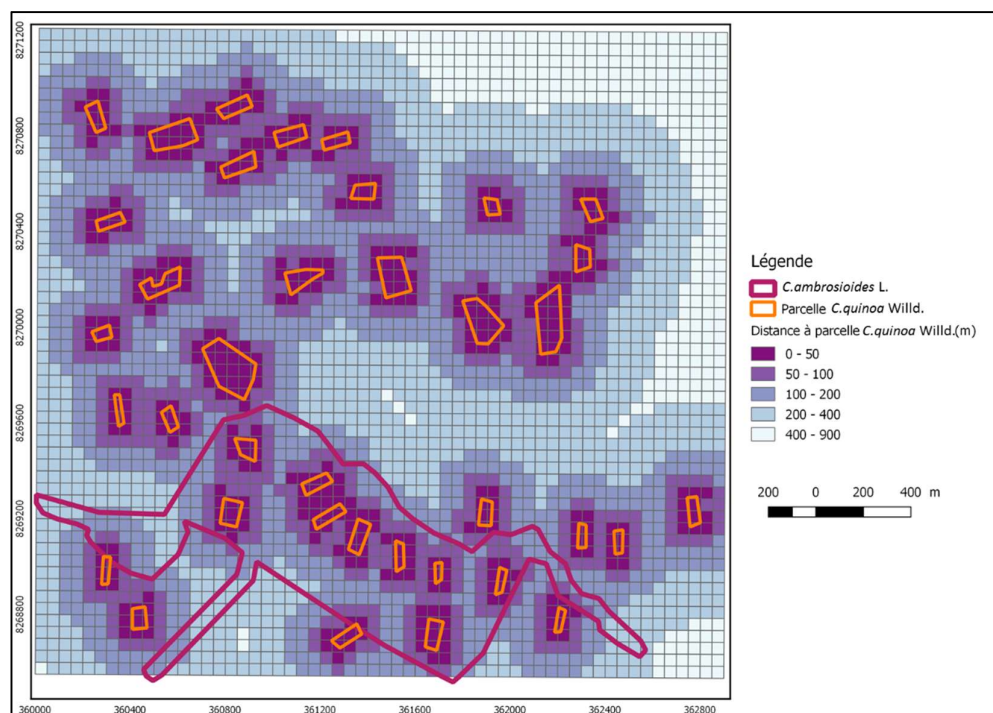


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à l'eau (m) au village de Vizallani.

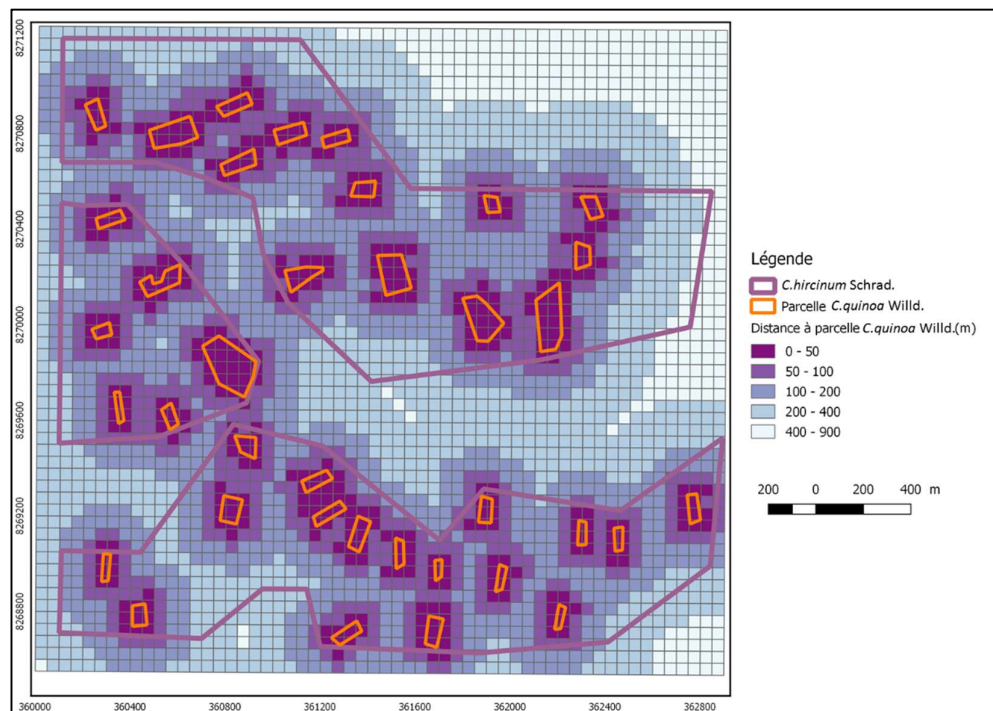


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à l'eau (m) au village de Vizallani.

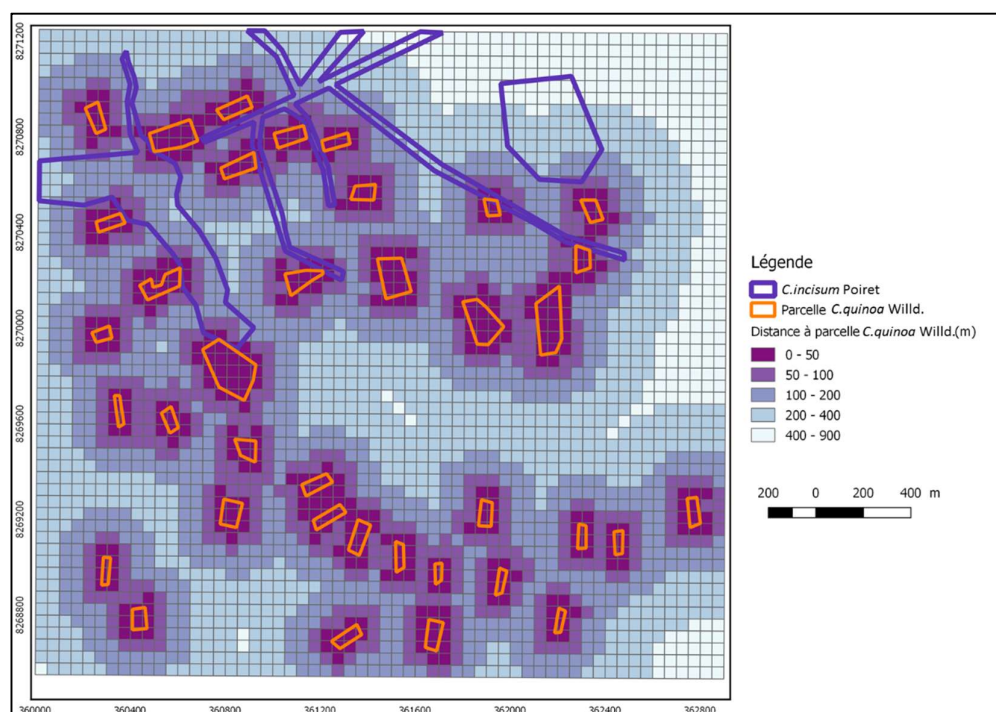
Vizallani : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles de *C. quinoa* Willd.



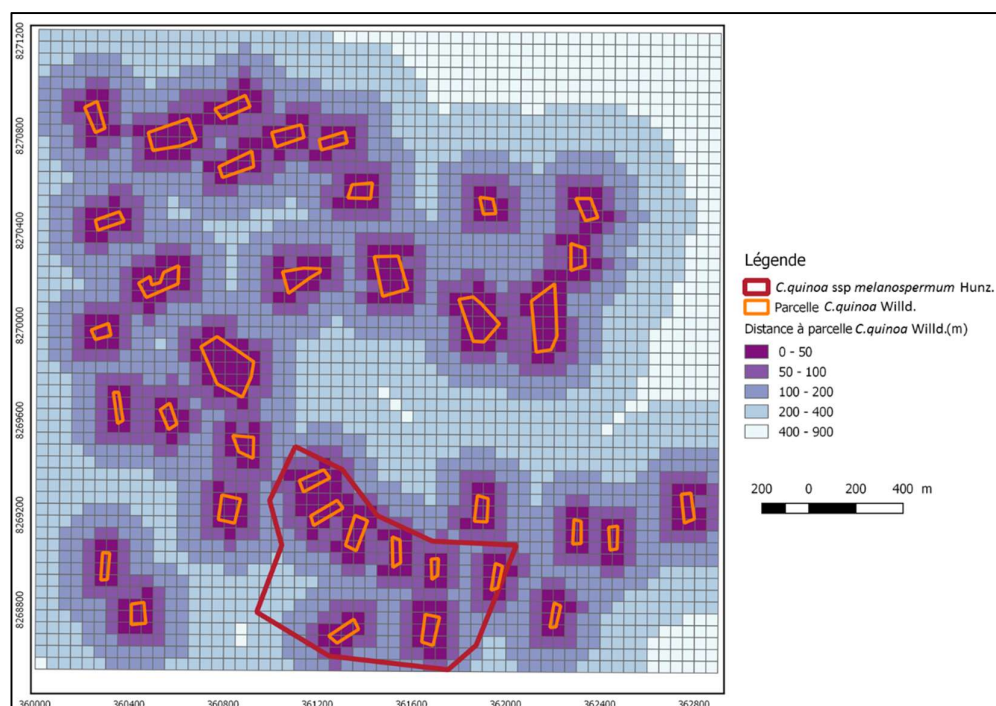
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Vizallani.



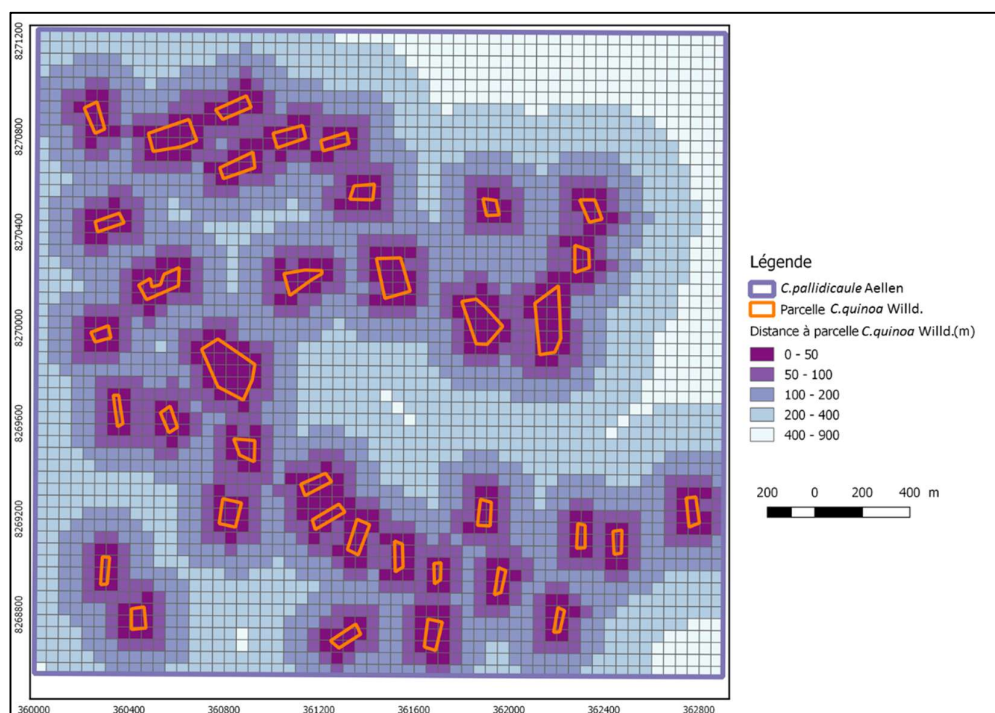
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Vizallani.



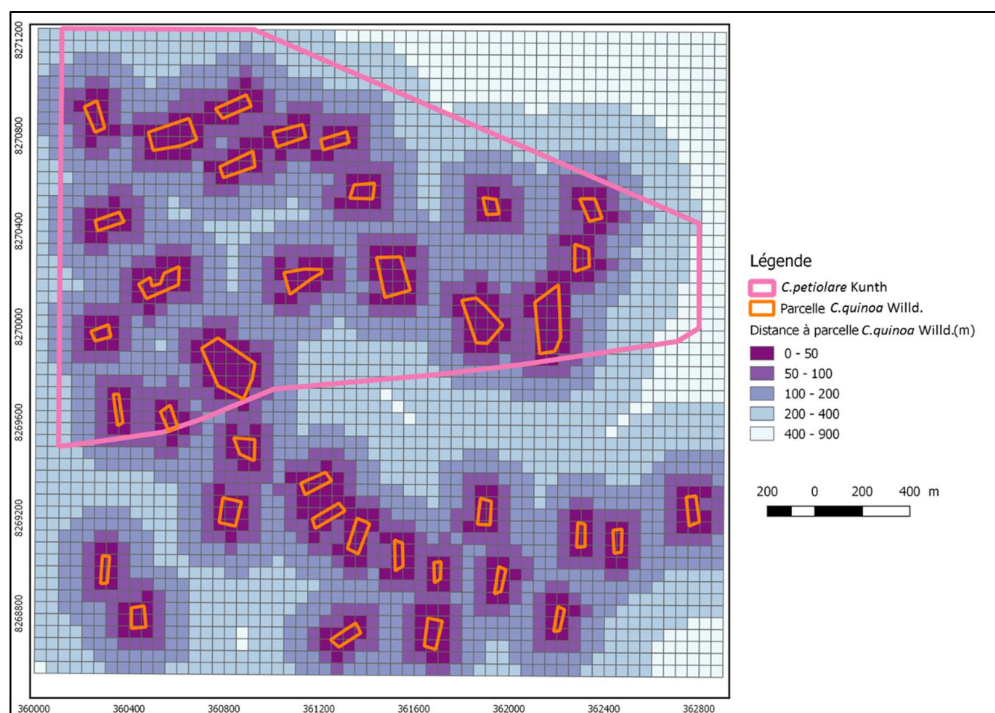
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Vizallani.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Vizallani.

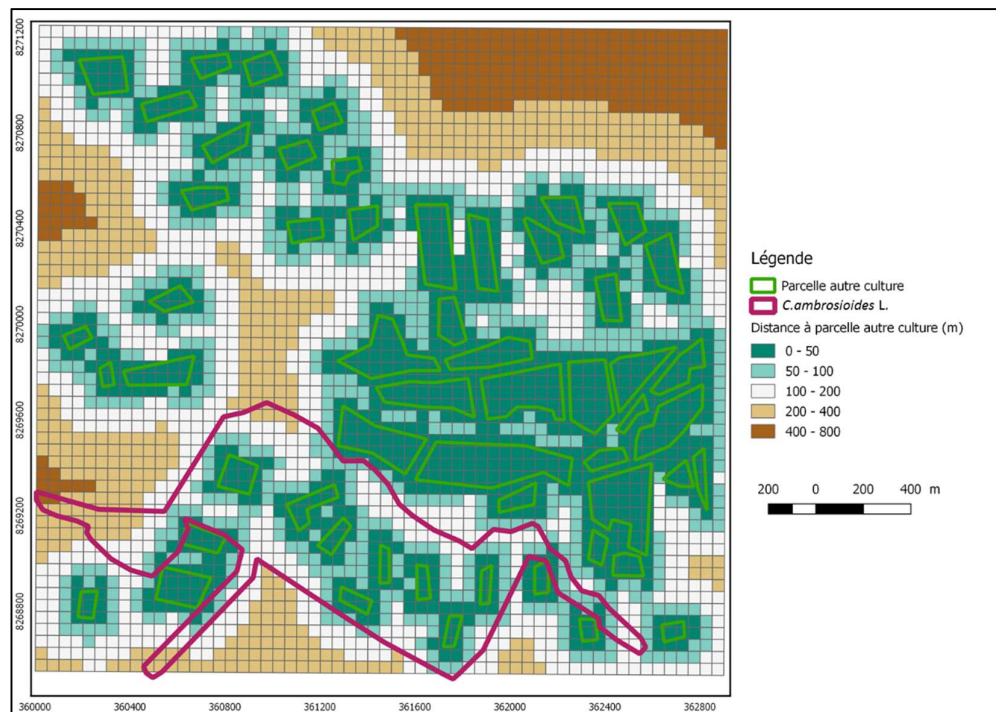


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Vizallani.

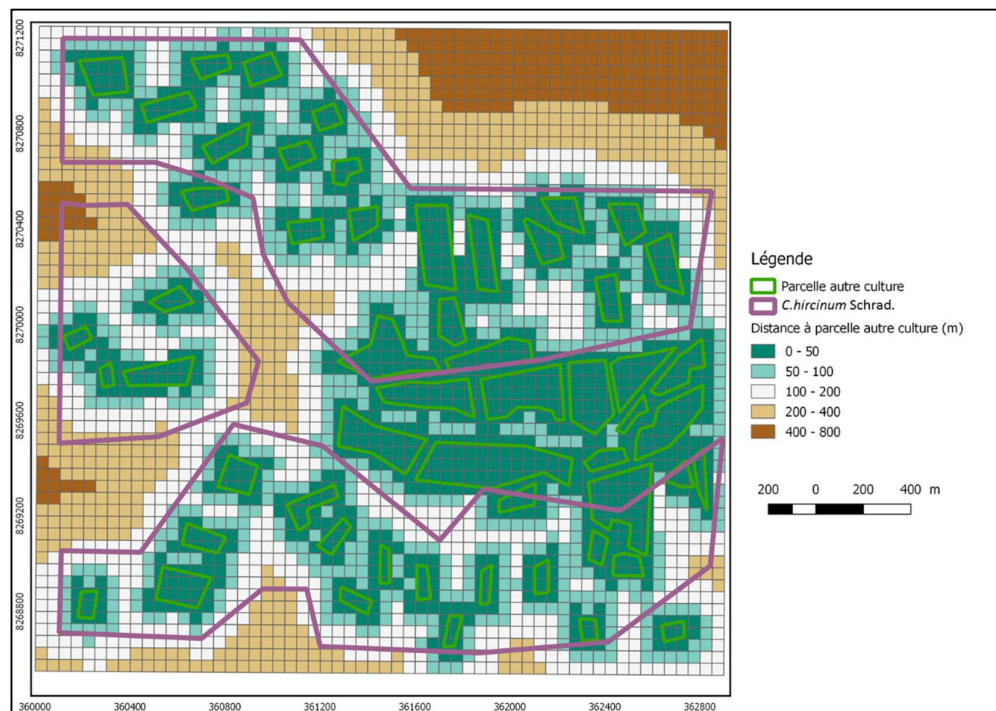


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Vizallani.

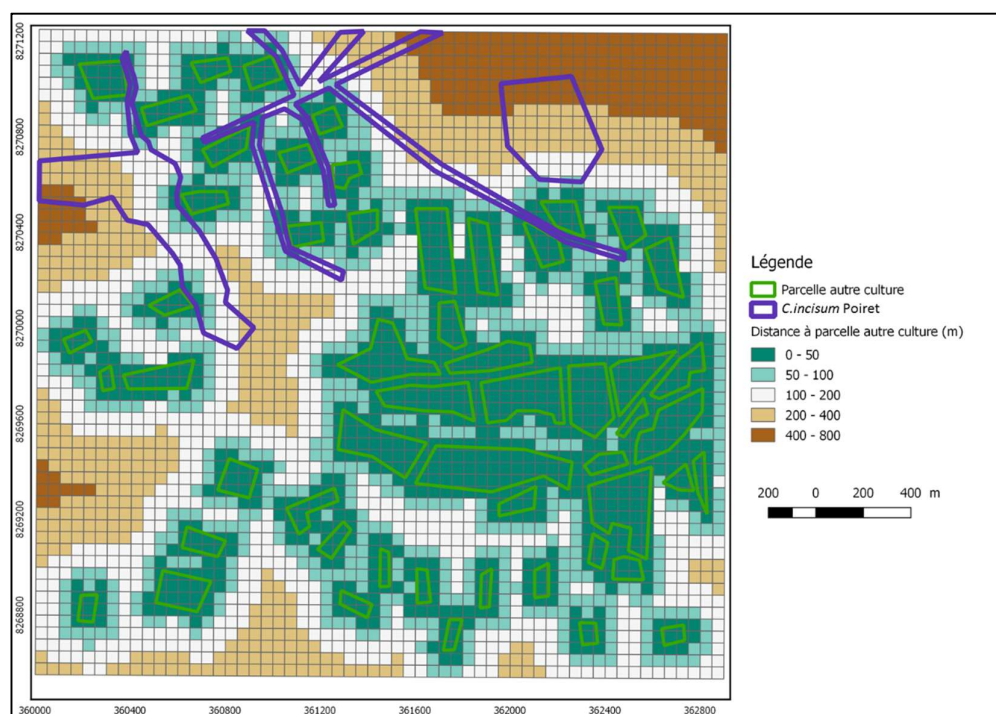
Vizallani : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles d'autres cultures



Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle autre culture (m) au village de Vizallani.



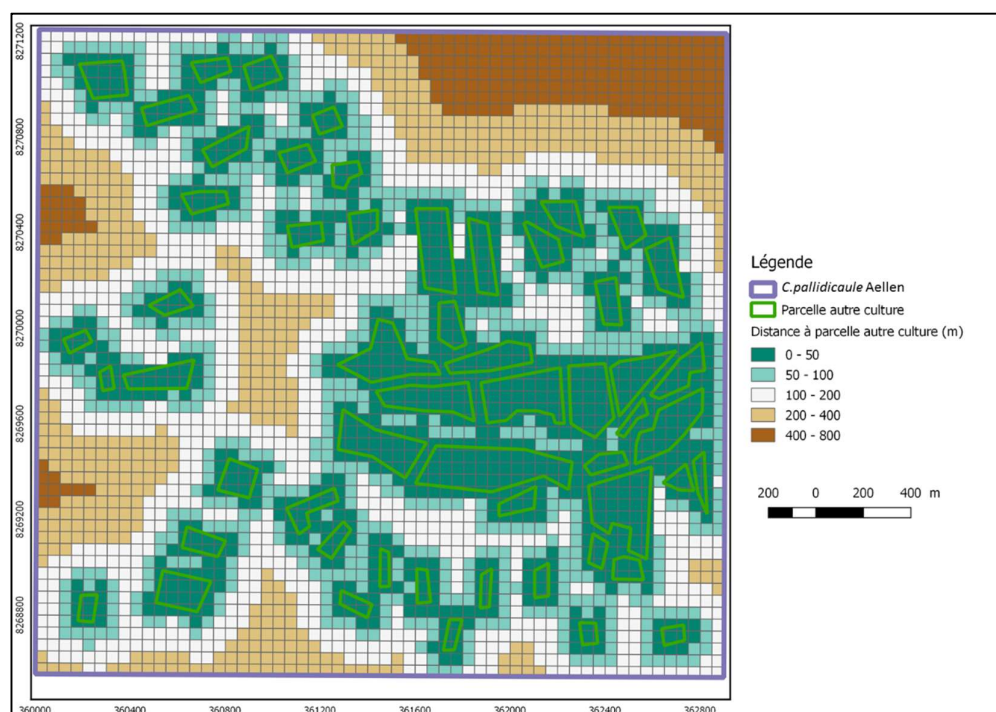
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle autre culture (m) au village de Vizallani.



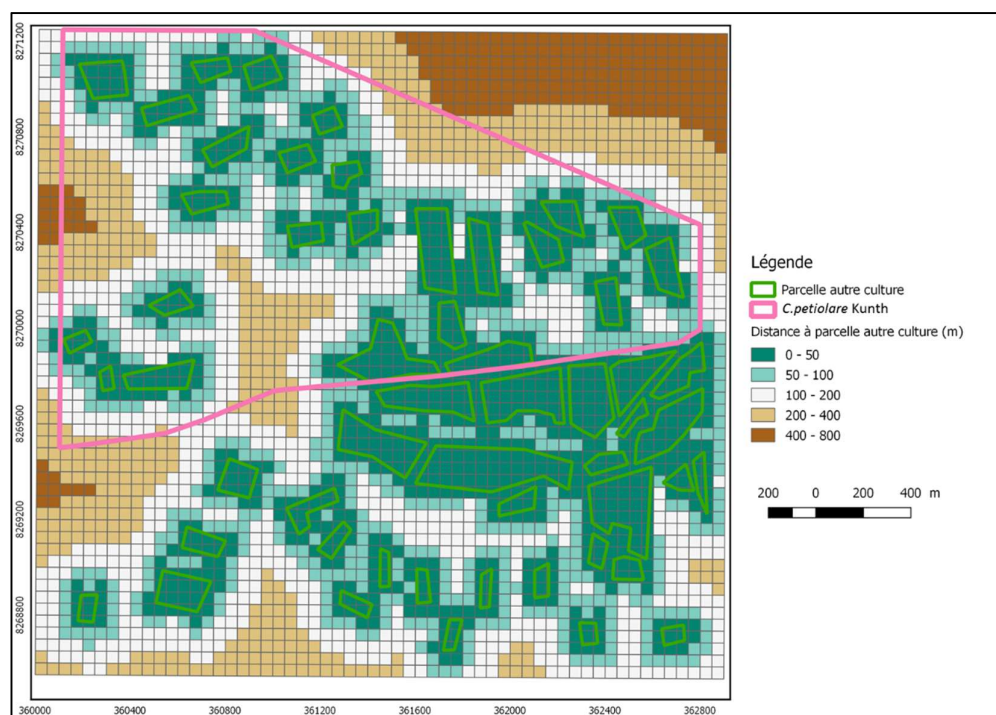
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle autre culture (m) au village de Vizallani.



Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et distance à parcelle autre culture (m) au village de Vizallani.



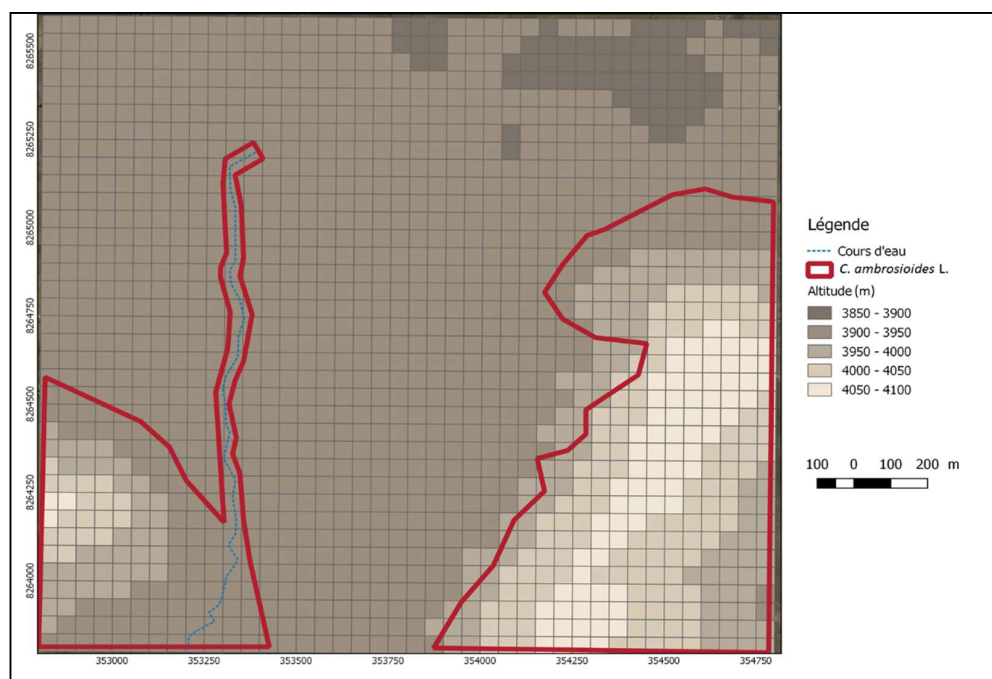
Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle autre culture (m) au village de Vizallani.



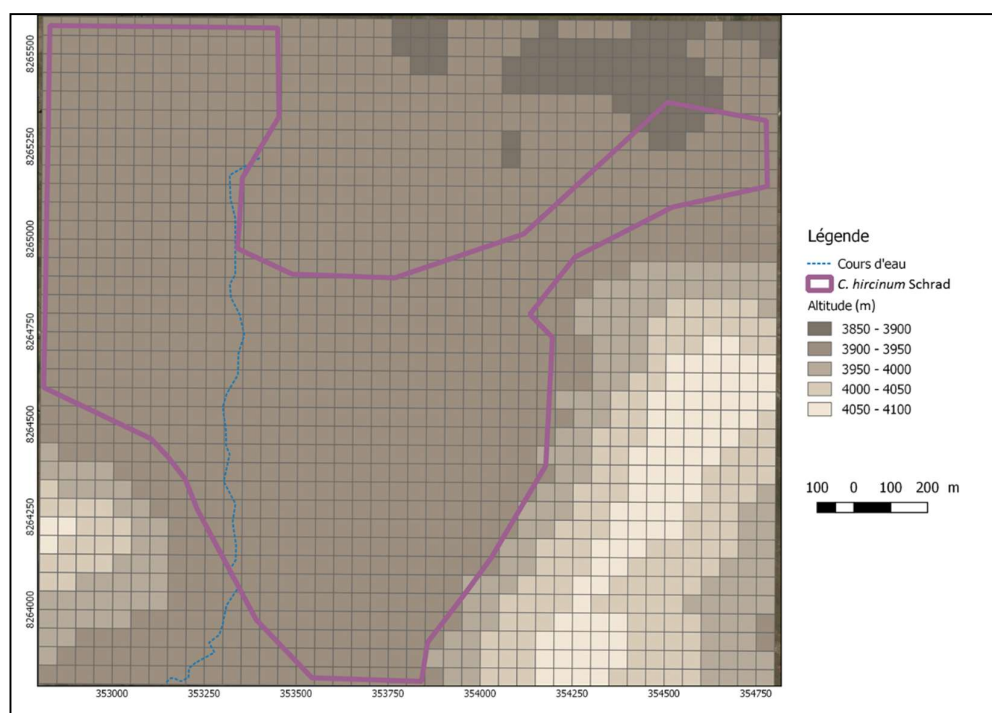
Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle autre culture (m) au village de Vizallani.

Annexe 6.5. Village d'Huataquita

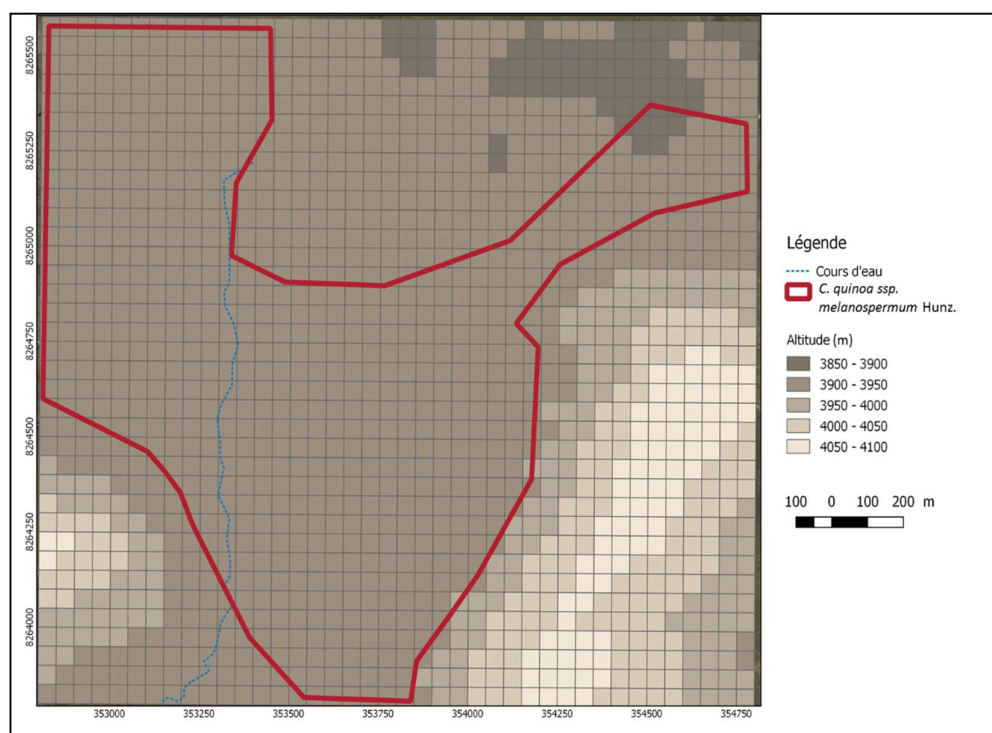
Huataquita : présence perçue par espèce en fonction de l'altitude



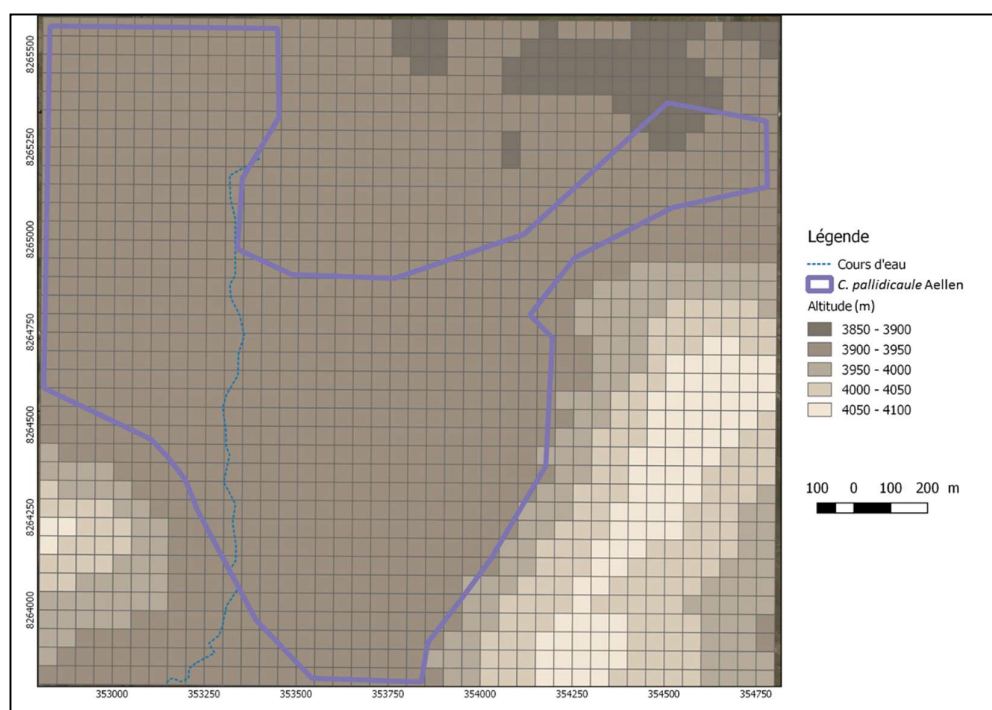
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et altitude (m) au village d'Huataquita.



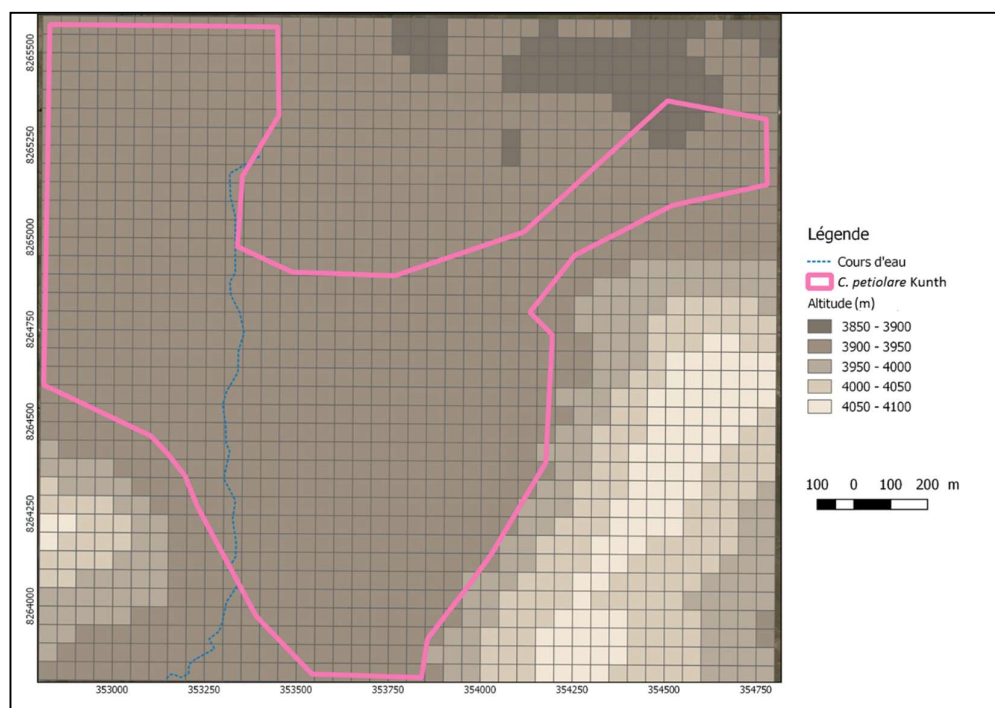
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et altitude (m) au village d'Huataquita.



Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et altitude (m) au village d'Huataquita.

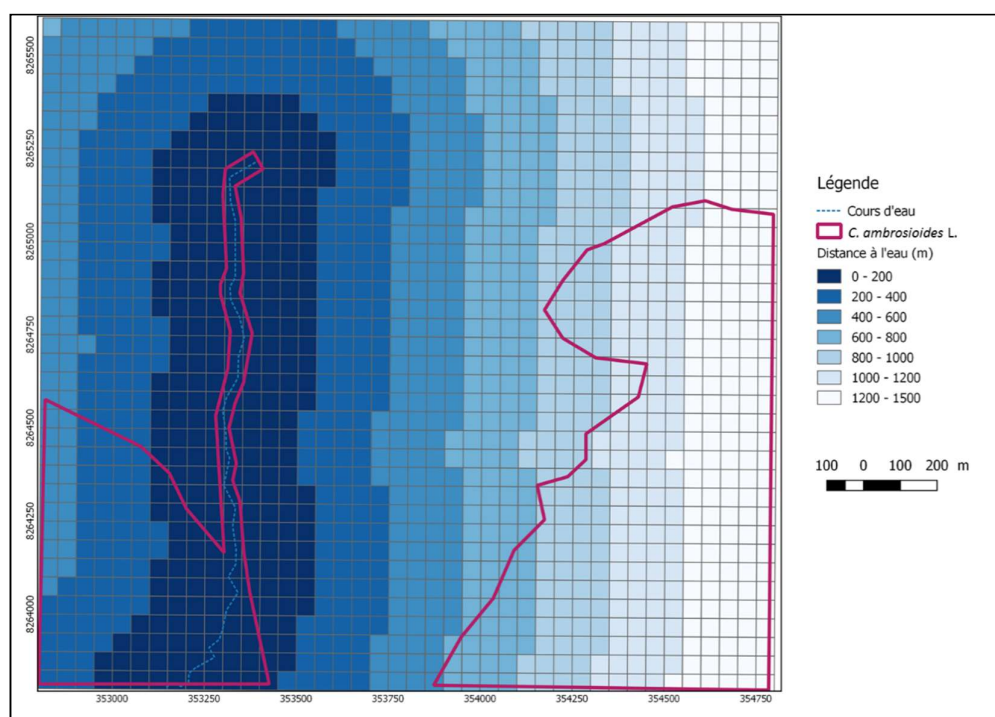


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et altitude (m) au village d'Huataquita.

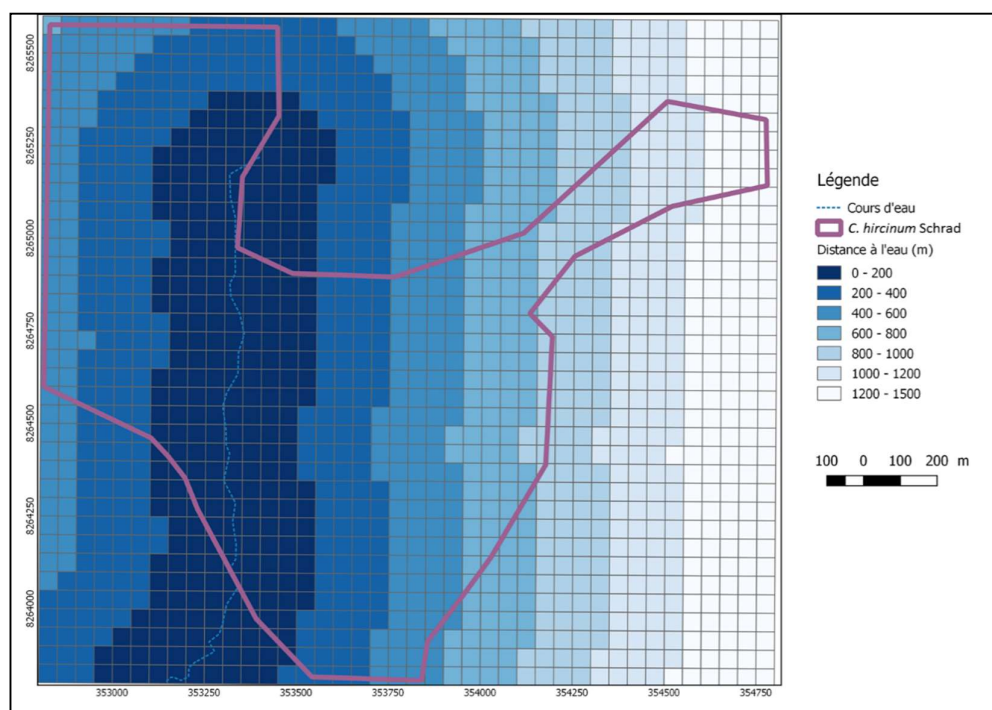


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et altitude (m) au village d'Huataquita.

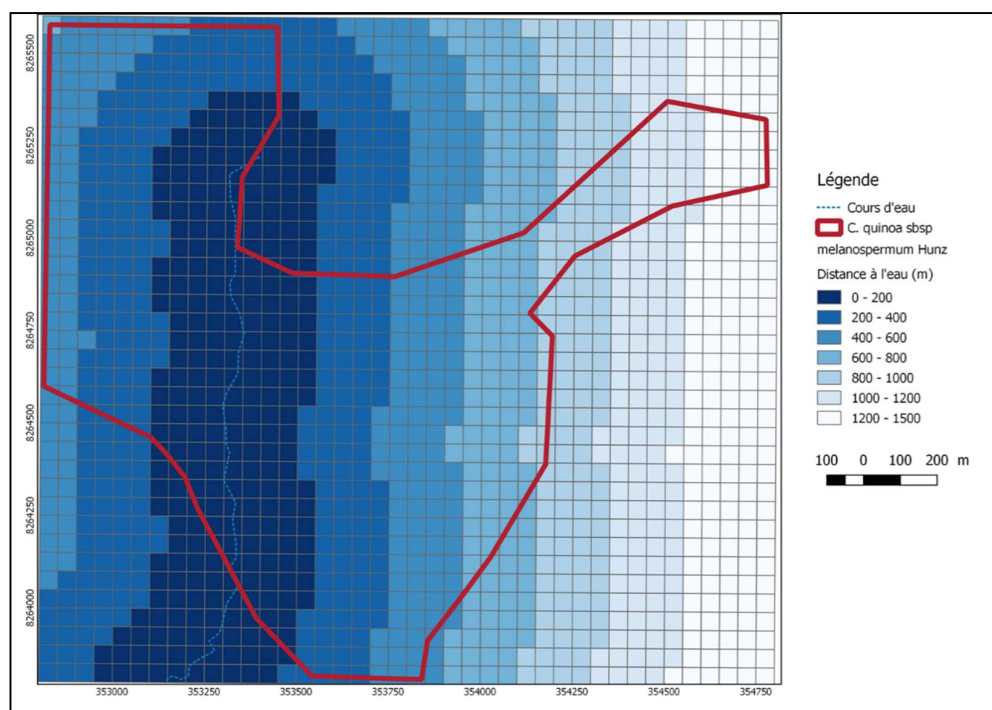
Huataquita : présence perçue par espèce en fonction de la distance à l'eau



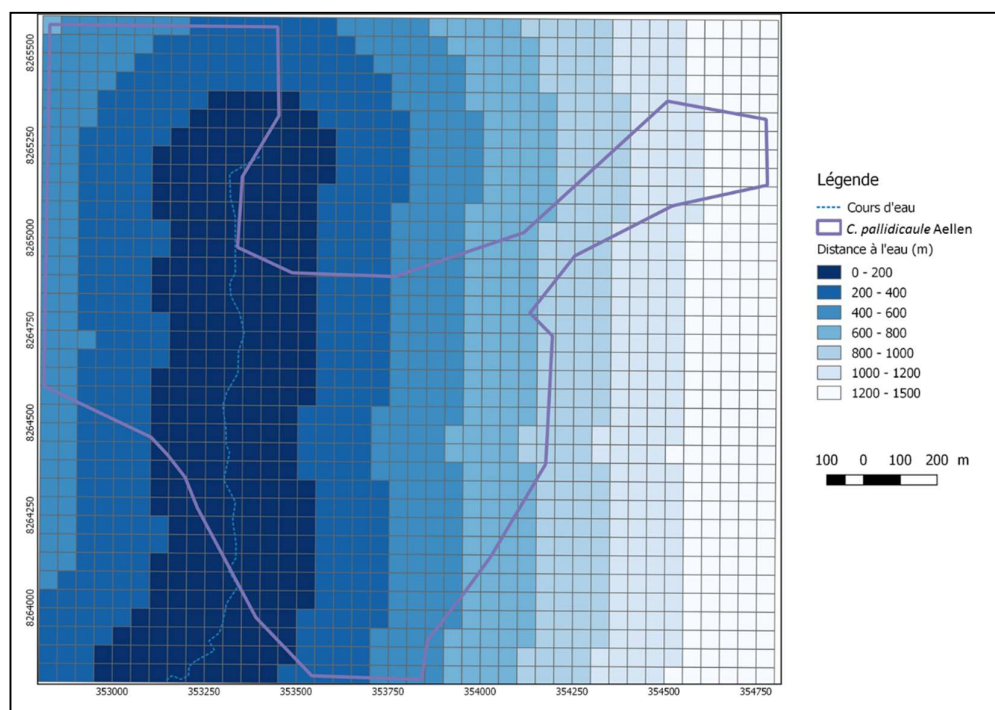
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à l'eau (m) au village d'Huataquita.



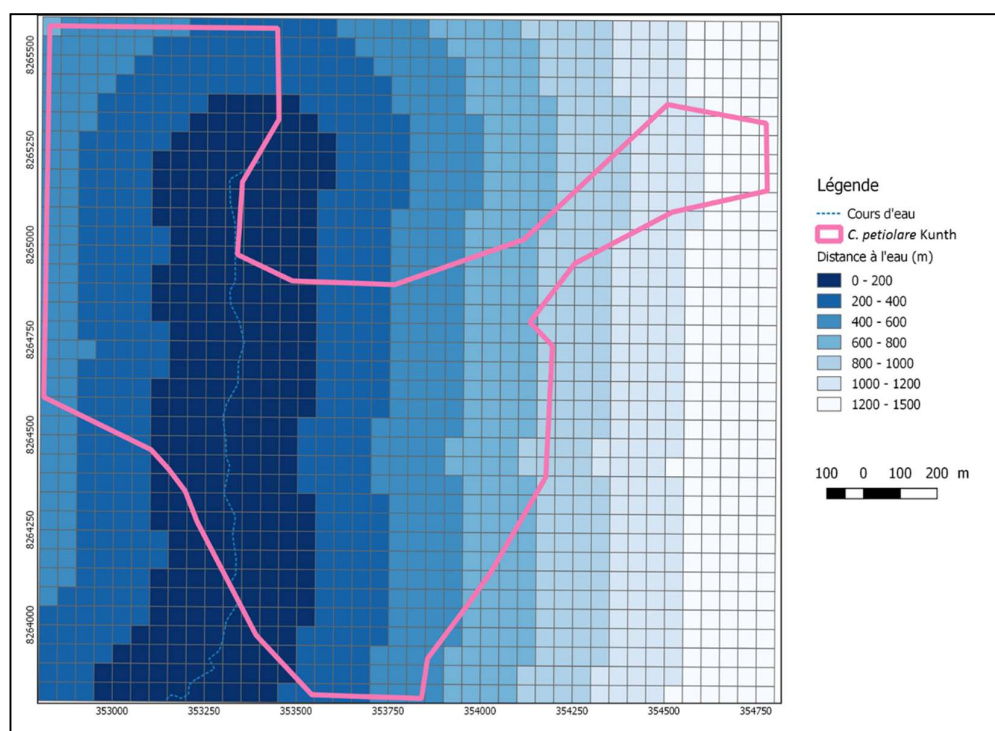
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à l'eau (m) au village d'Huataquita.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à l'eau (m) au village d'Huataquita.

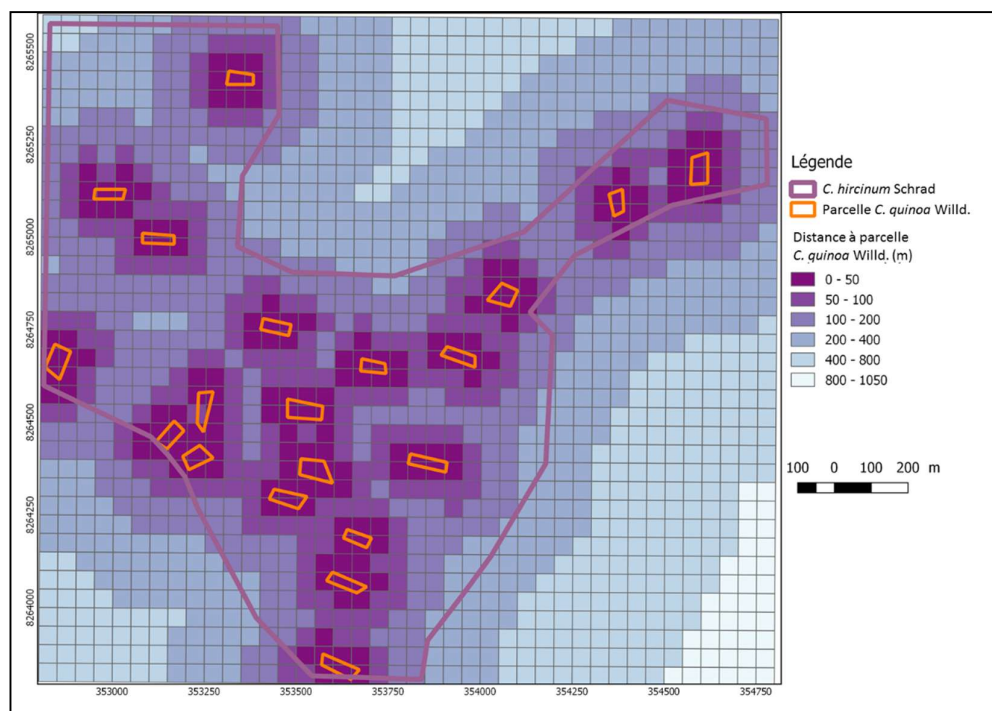


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à l'eau (m) au village d'Huataquita.

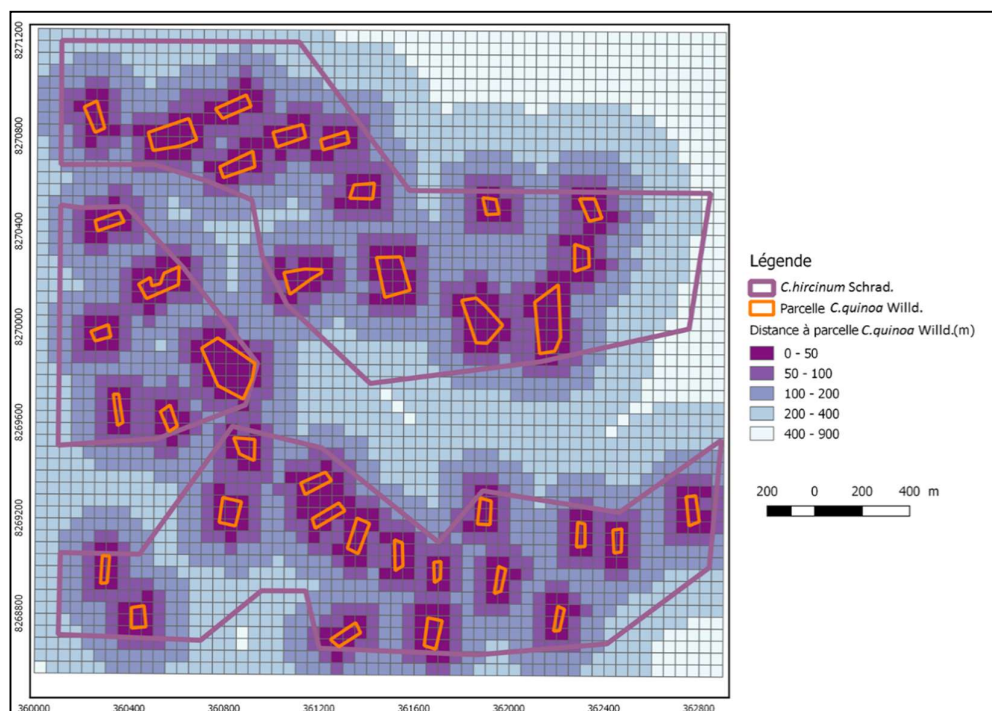


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à l'eau (m) au village d'Huataquita.

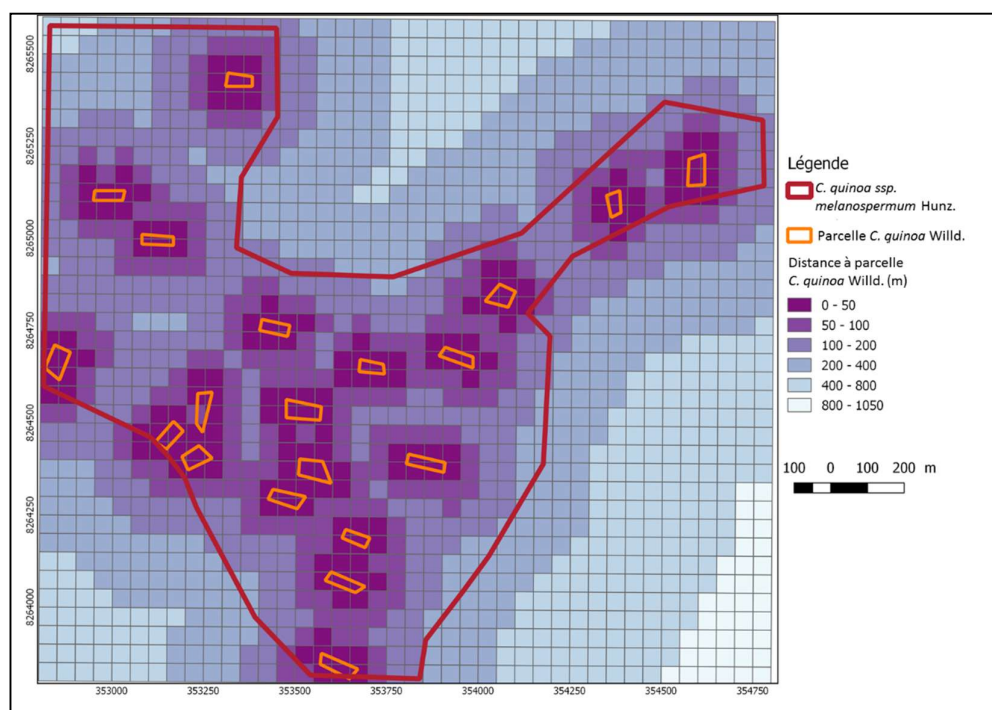
Huataquita : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles de *C. quinoa* Willd.



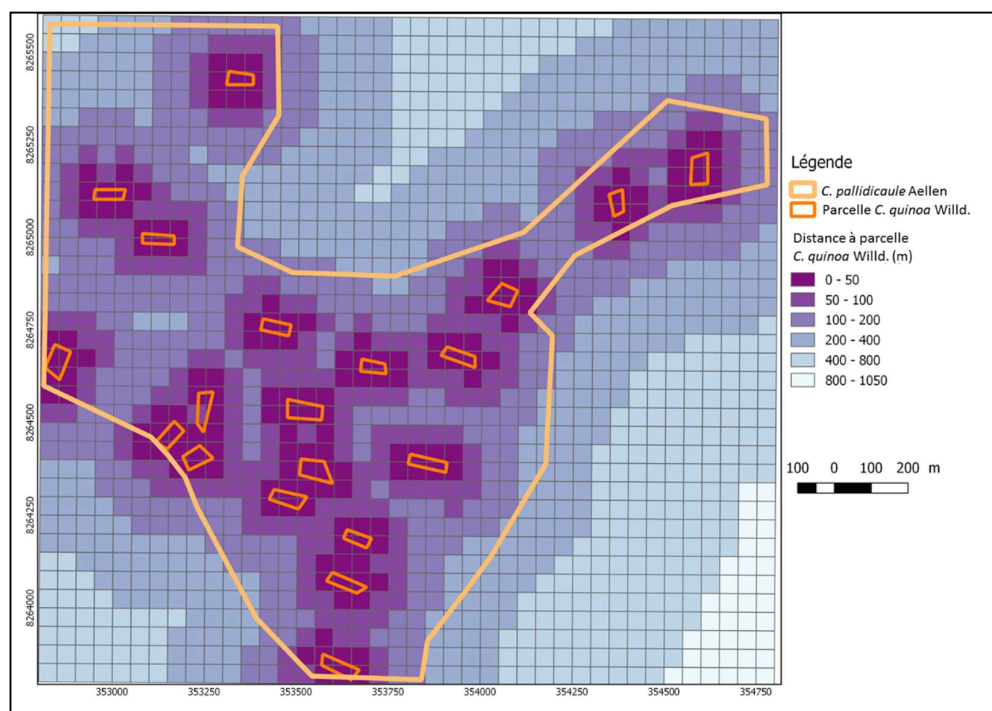
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huataquita.



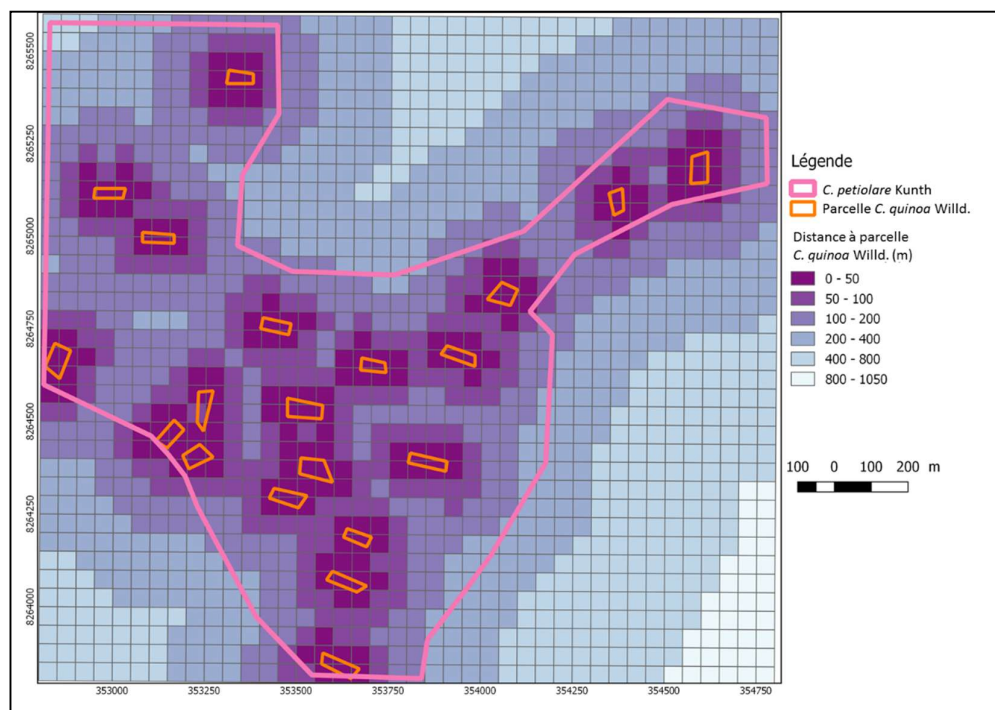
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huataquita.



Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d’Huataquita.

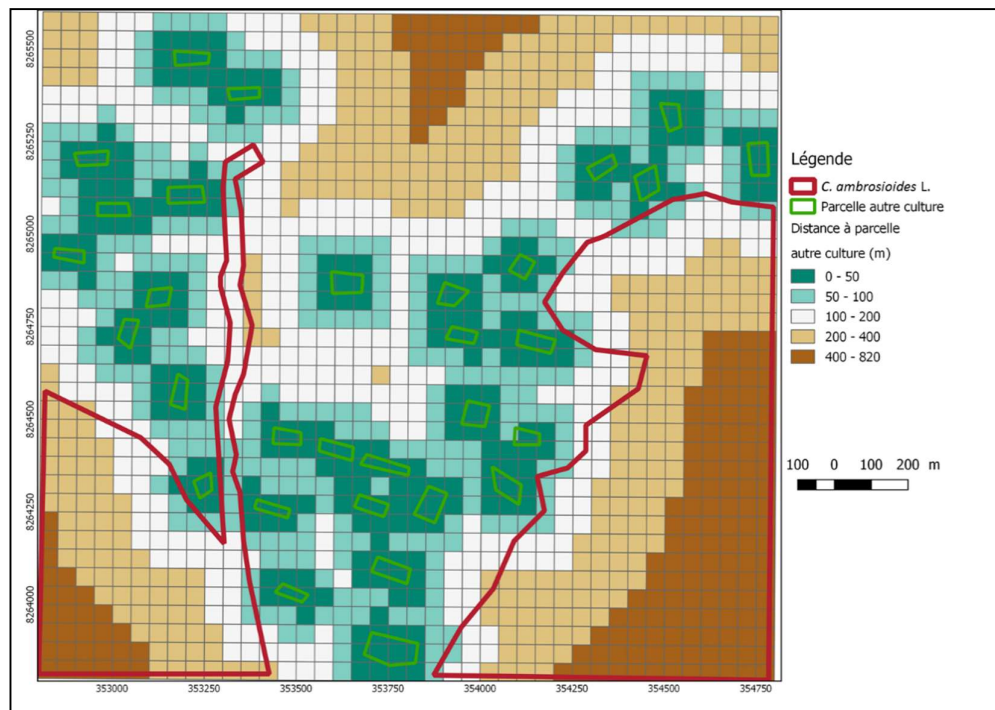


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d’Huataquita.

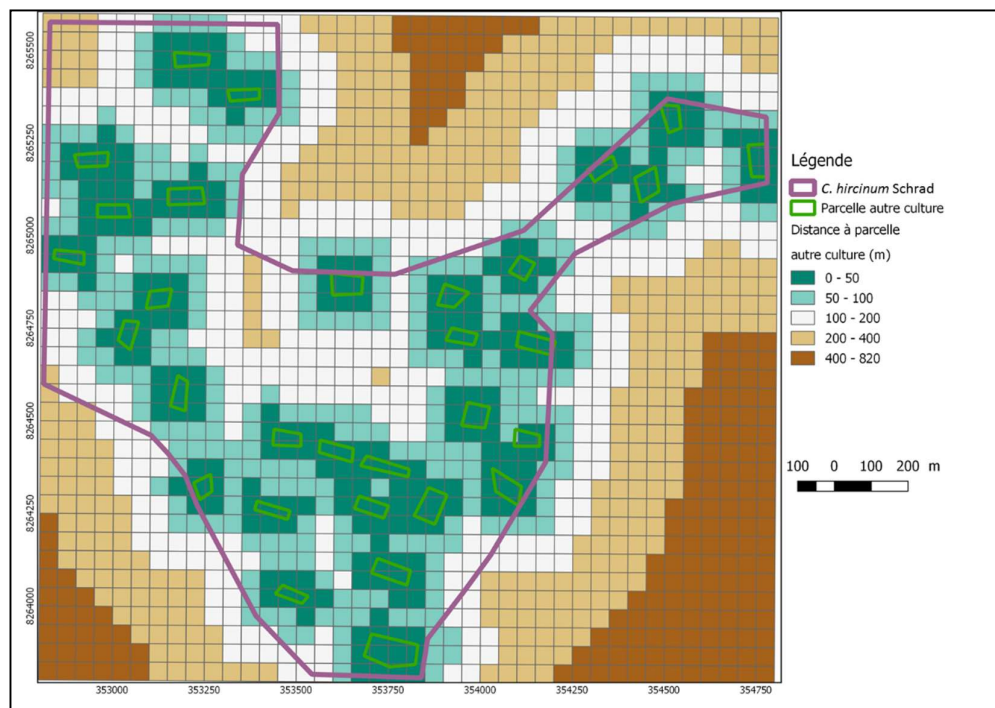


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village d'Huataquita.

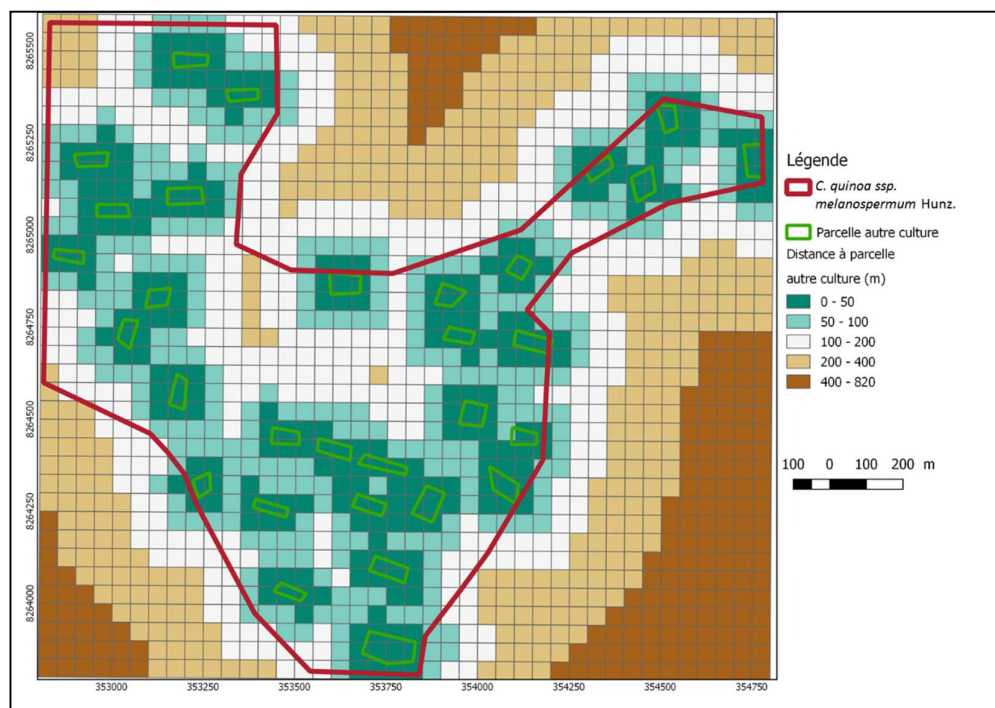
Huataquita : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles d'autres cultures



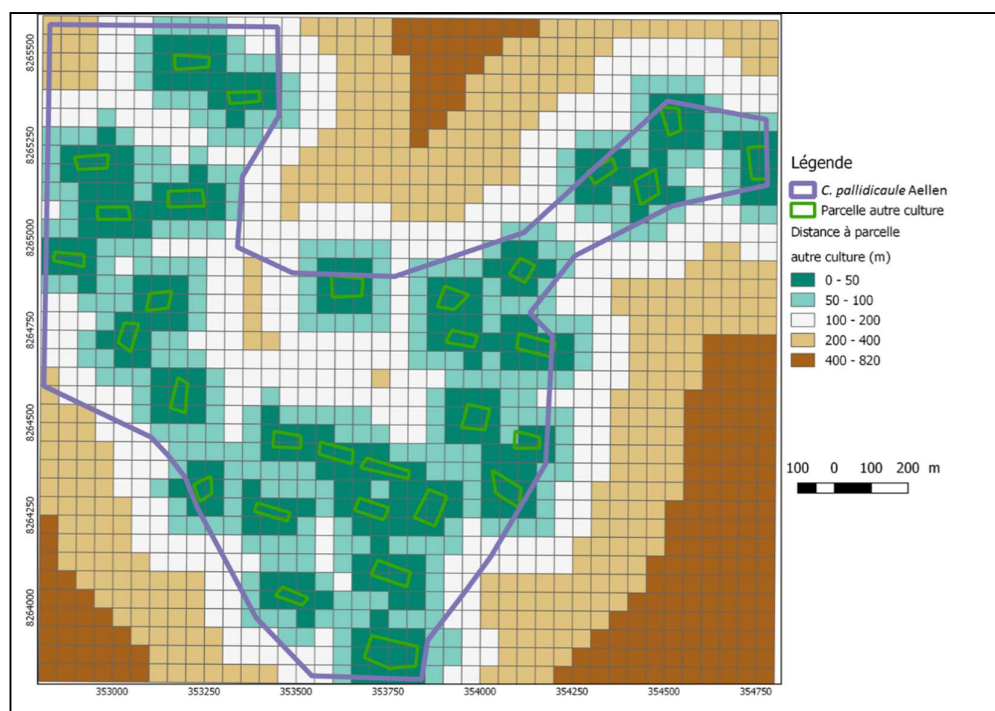
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle autre culture (m) au village d'Huataquita.



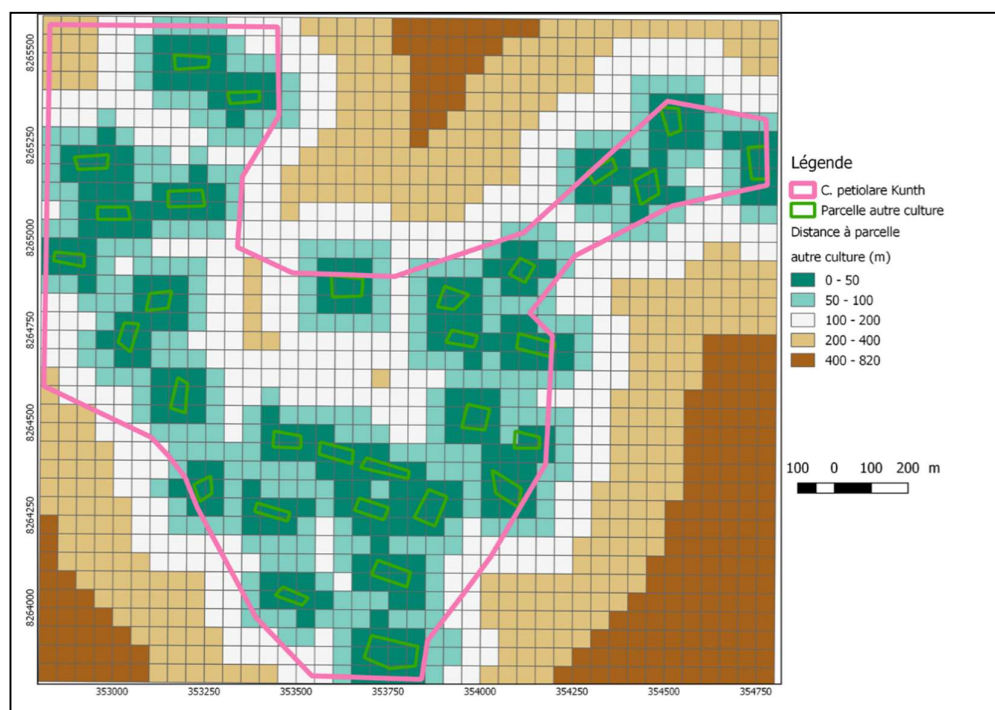
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle autre culture (m) au village d'Huataquita.



Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et distance à parcelle autre culture (m) au village d’Huataquita.



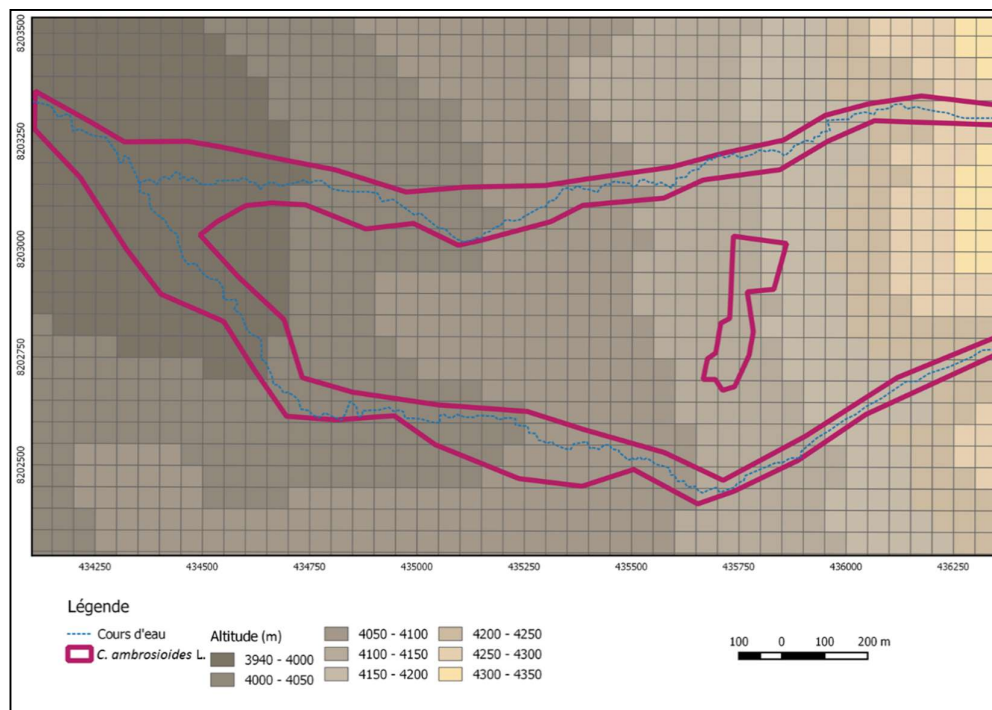
Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle autre culture (m) au village d’Huataquita.



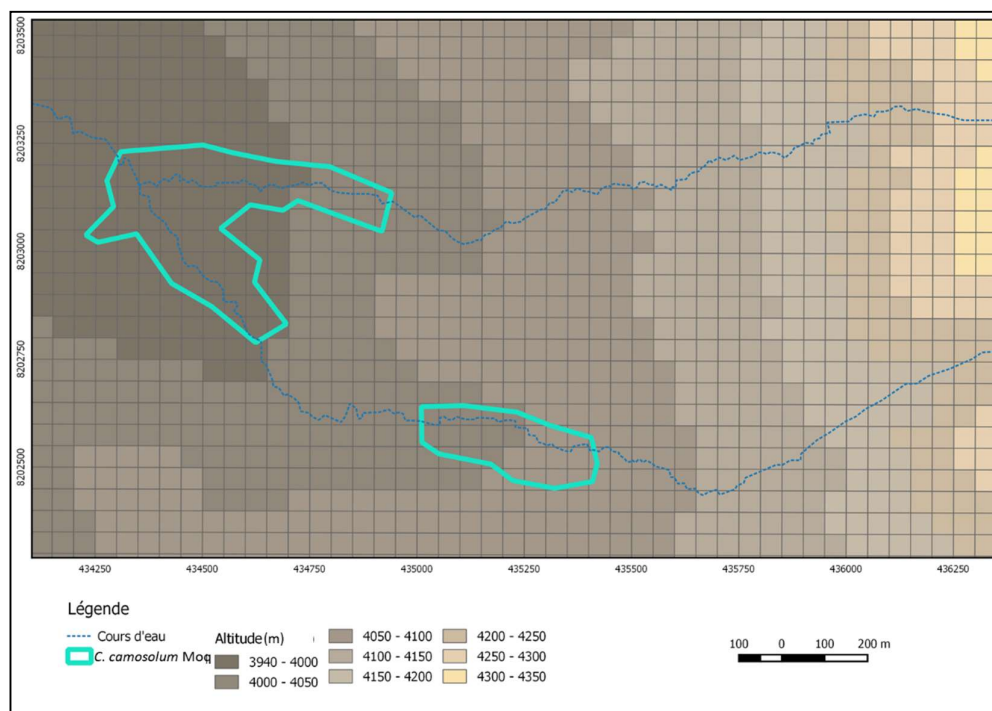
Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle autre culture (m) au village d'Huataquita.

Annexe 6.6. Village de Yuraccachi

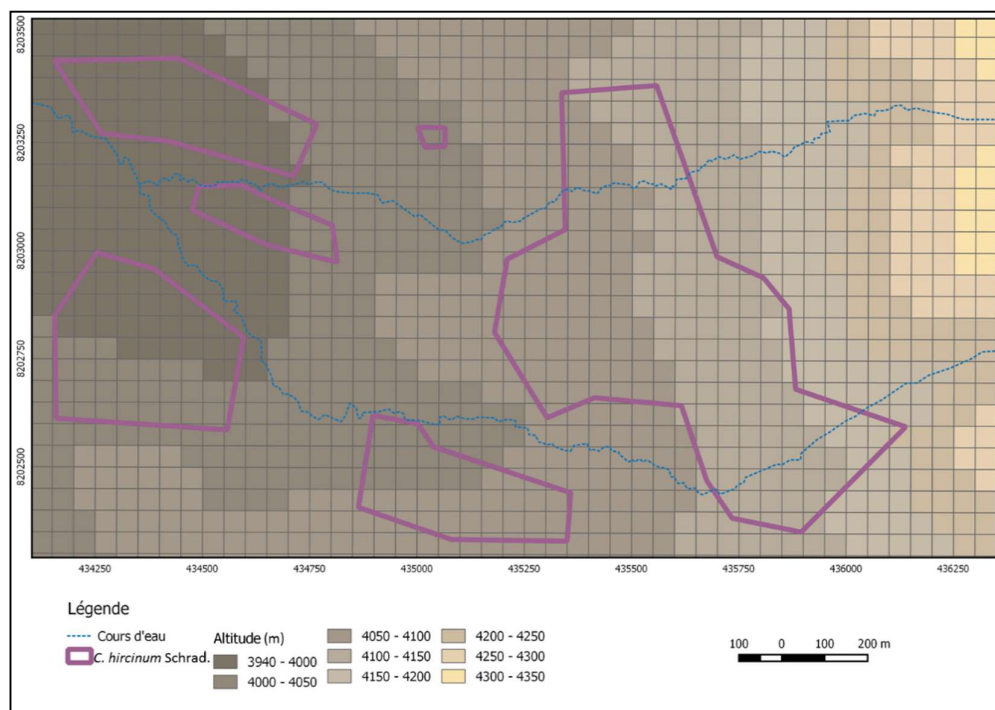
Yuraccachi : présence perçue par espèce en fonction de l'altitude



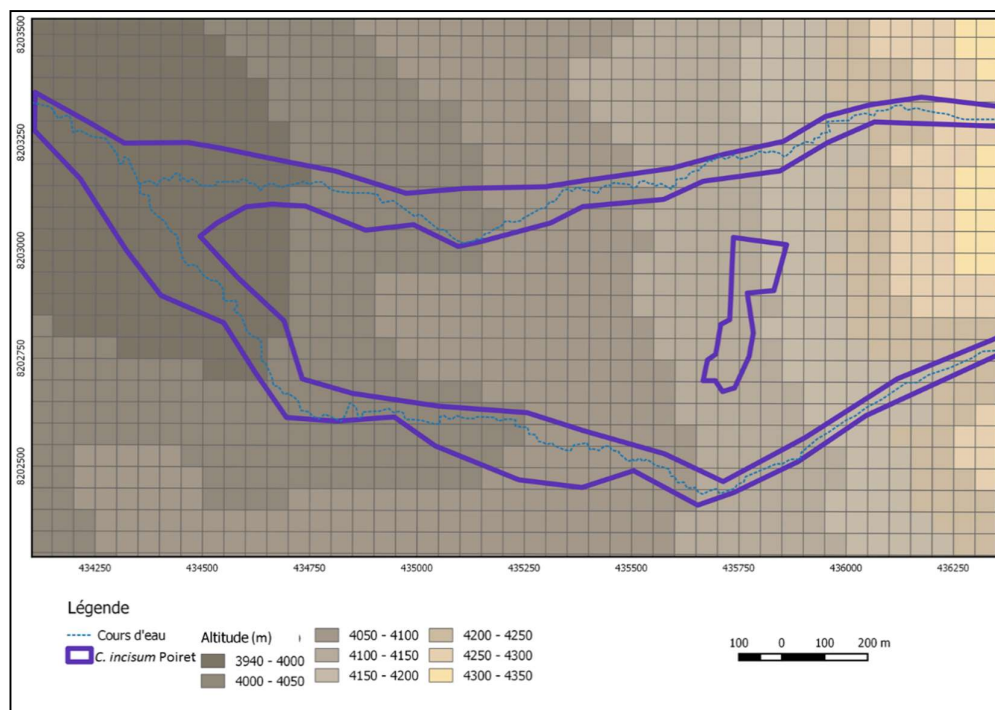
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et altitude (m) au village de Yuraccachi.



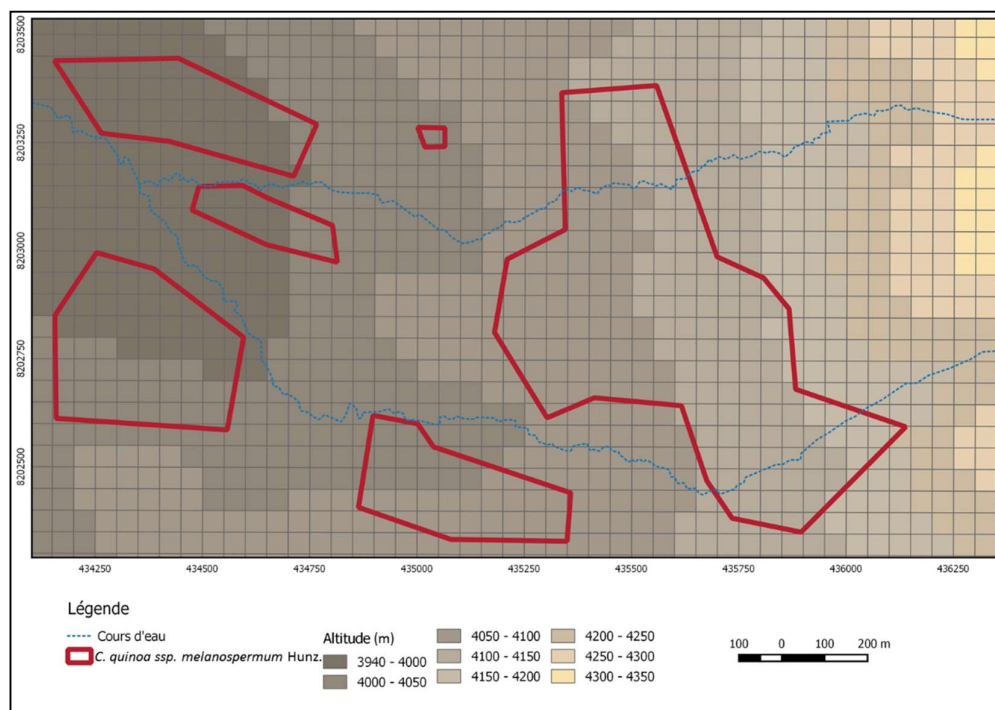
Présence perçue de *C. camosolum* Moq. et altitude (m) au village de Yuraccachi.



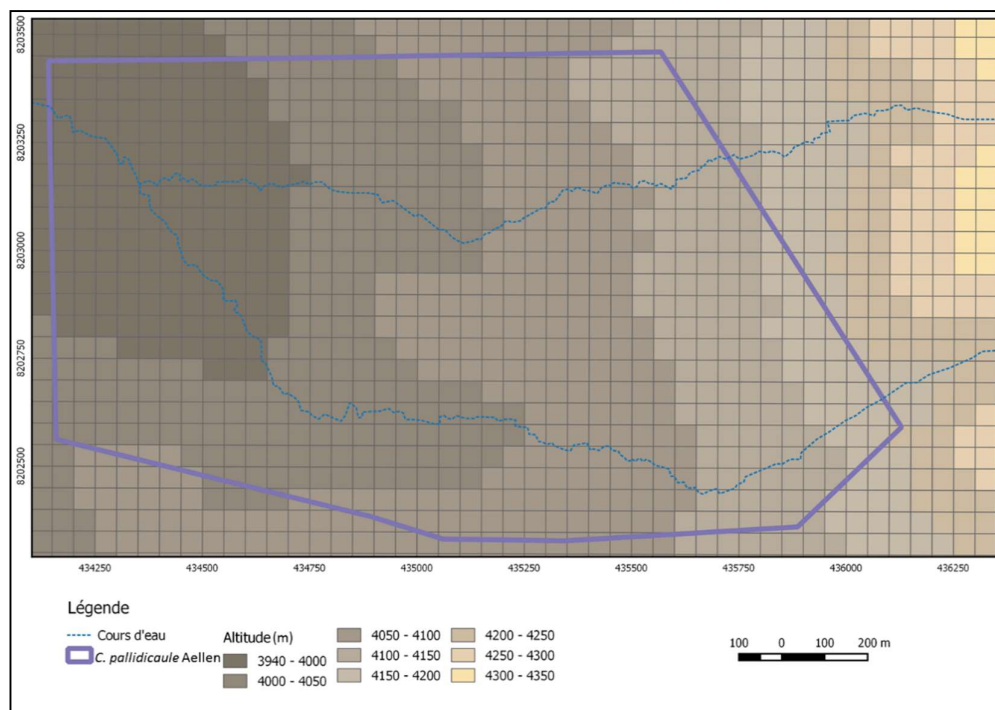
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et altitude (m) au village de Yuraccachi.



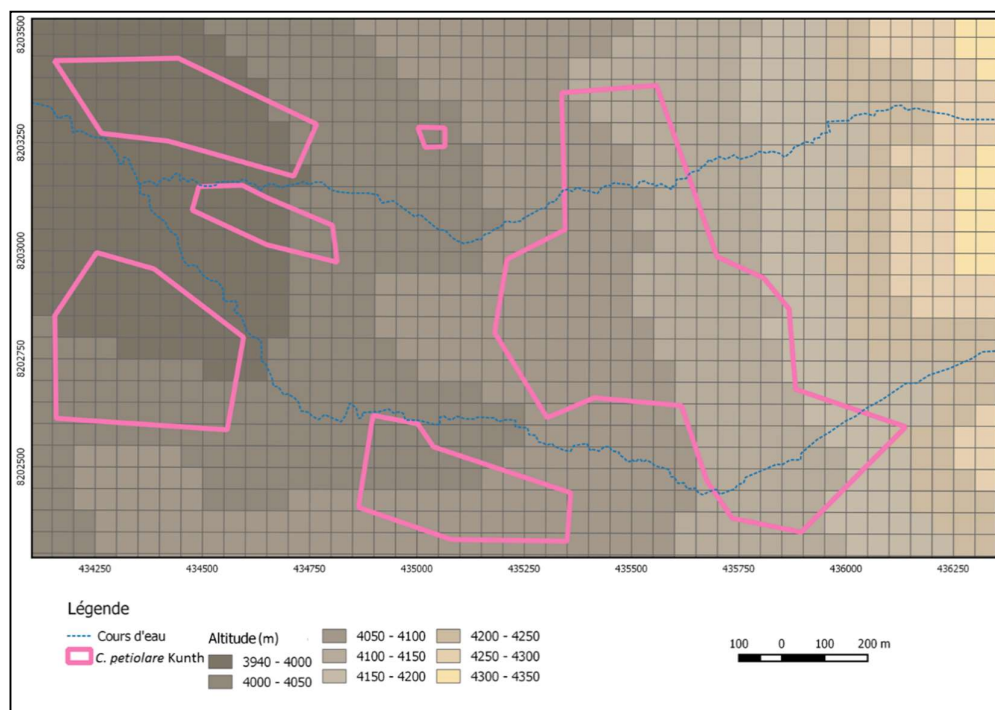
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et altitude (m) au village de Yuraccachi.



Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et altitude (m) au village de Yuraccachi.

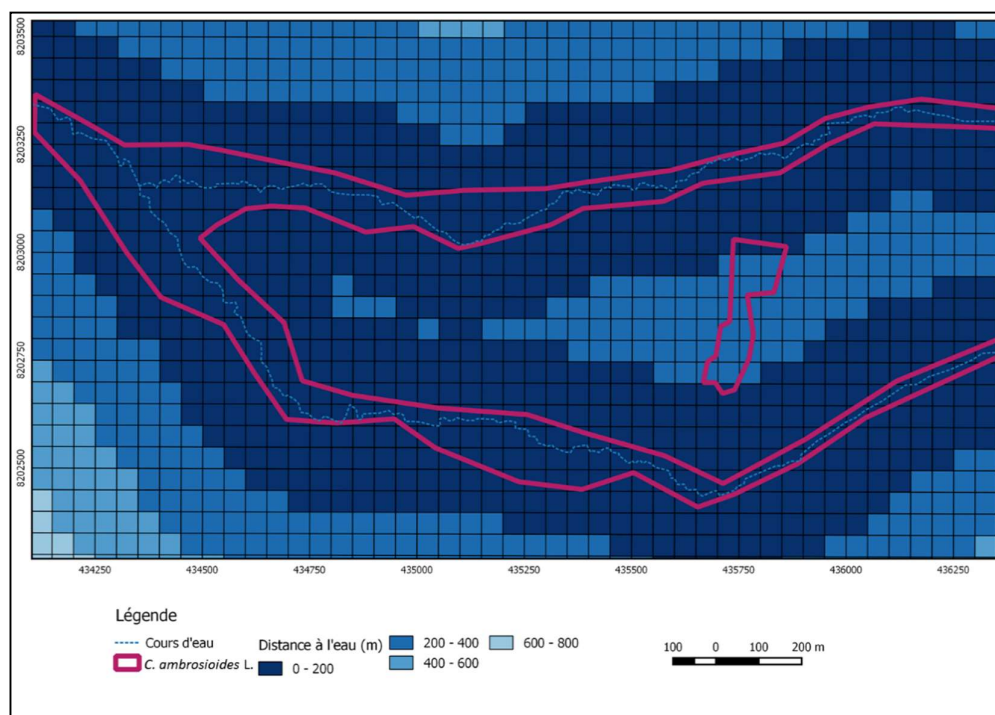


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et altitude (m) au village de Yuraccachi.

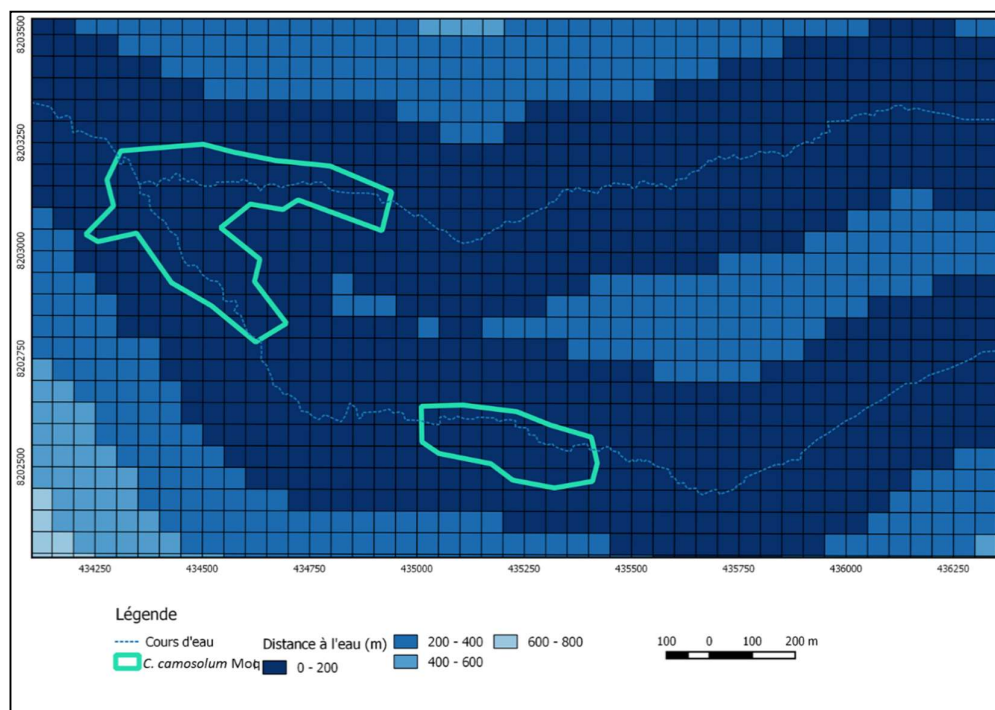


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et altitude (m) au village de Yuraccachi.

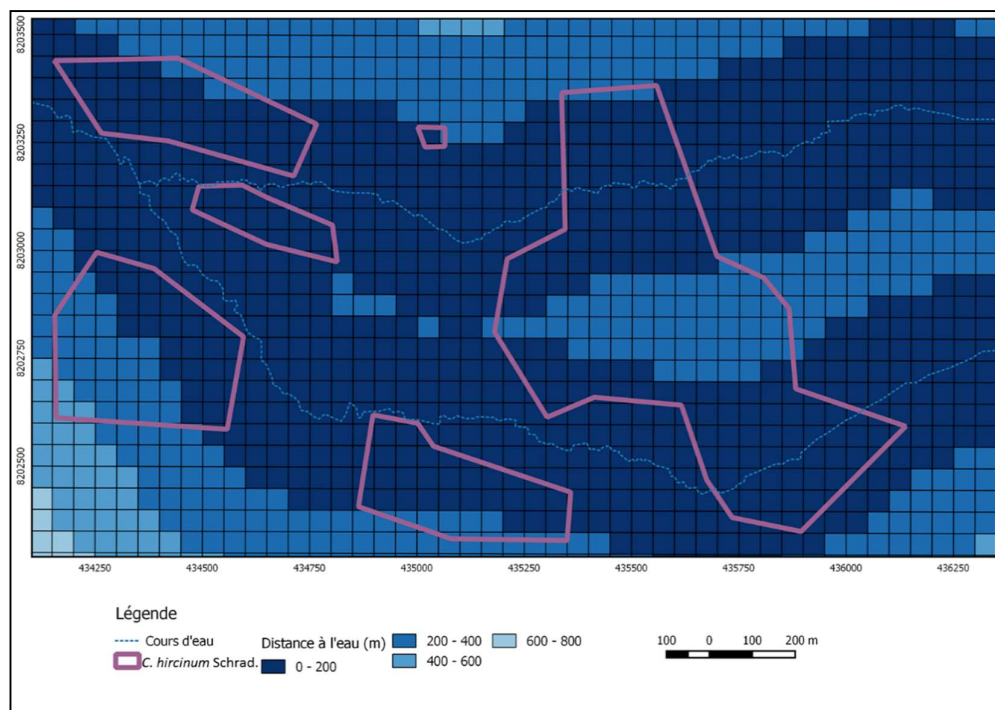
Yuraccachi : présence perçue par espèce en fonction de la distance à l'eau



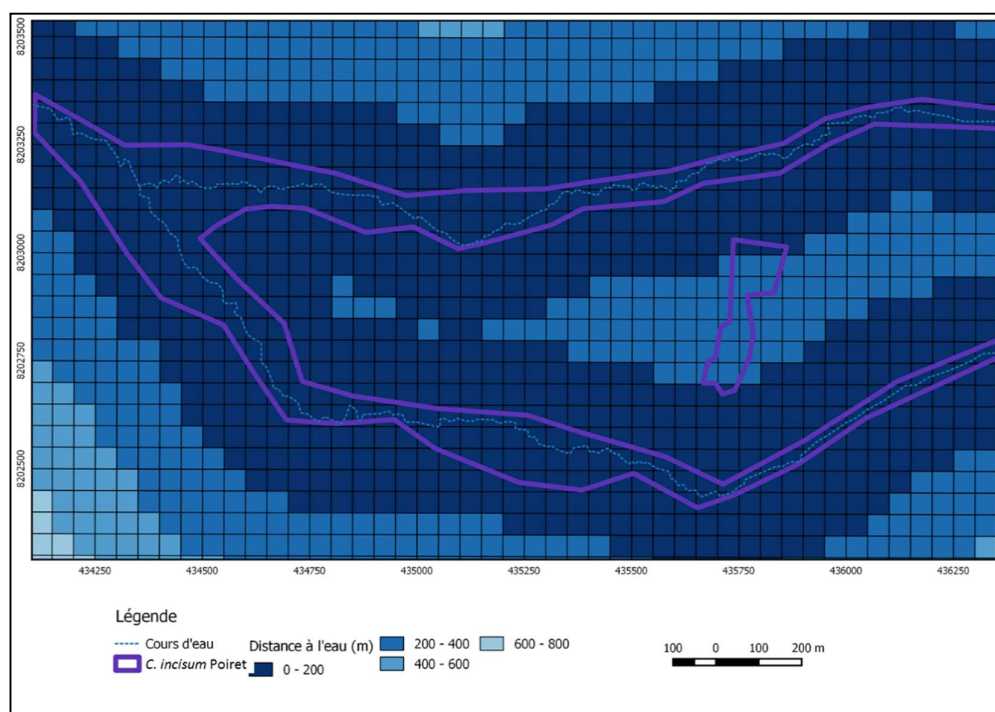
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à l'eau (m) au village de Yuraccachi.



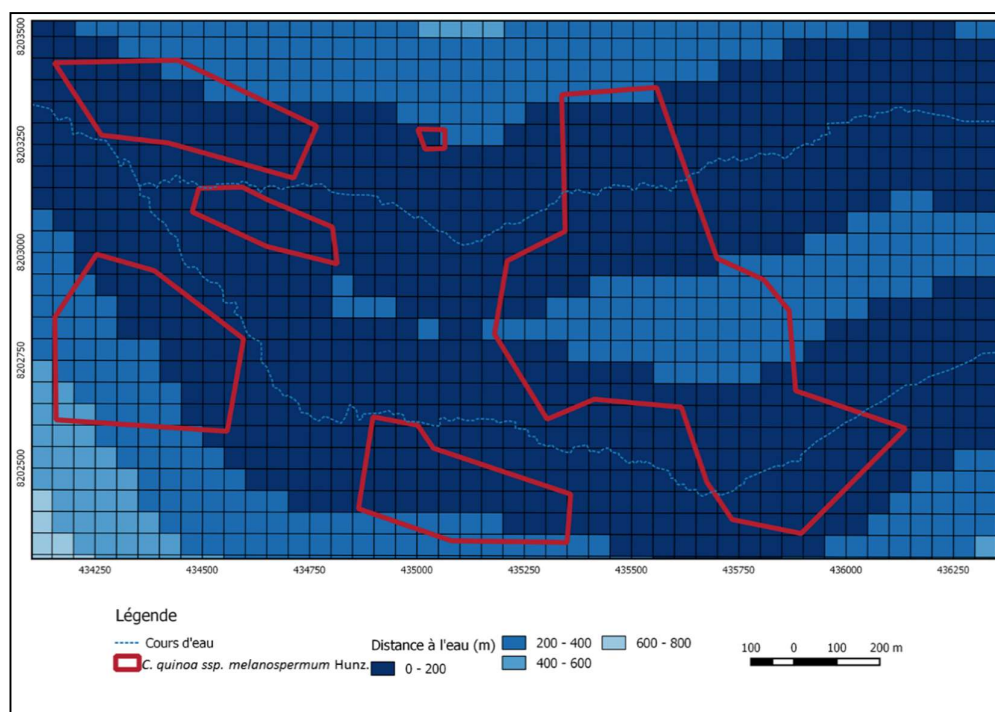
Présence perçue de *C. camosolum* Moq. et distance à l'eau (m) au village de Yuraccachi.



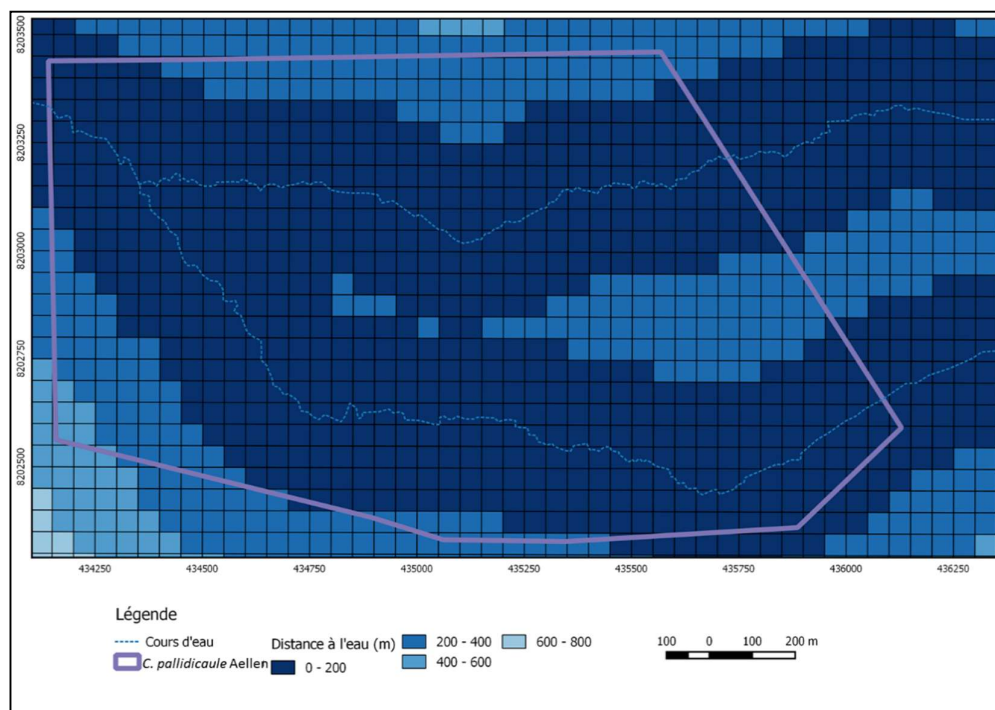
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à l'eau (m) au village de Yuraccachi.



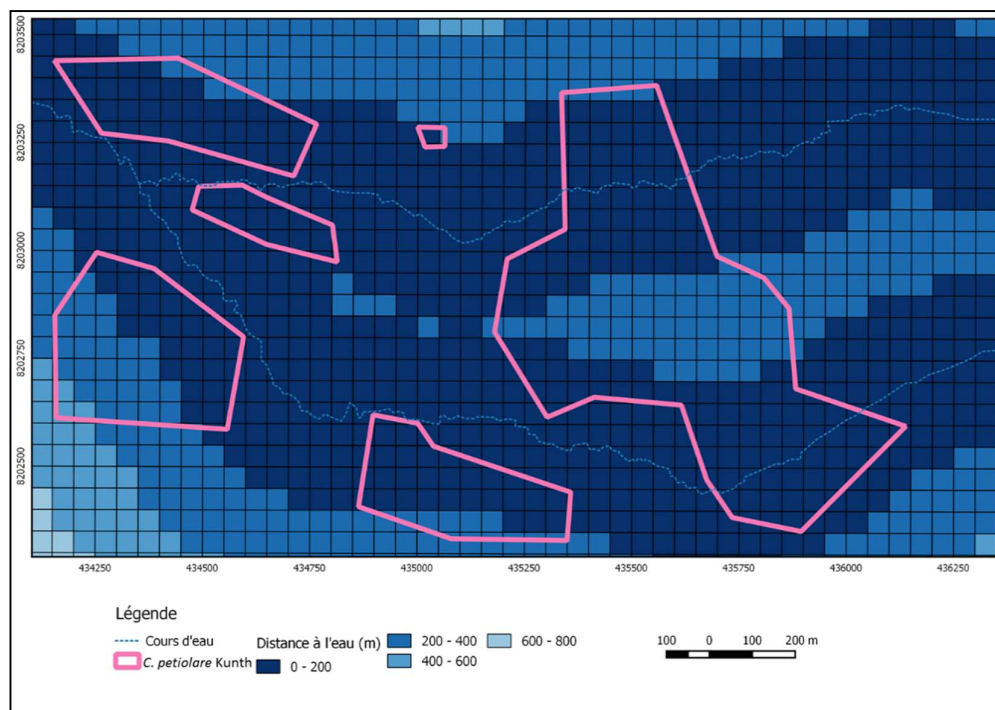
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à l'eau (m) au village de Yuraccachi.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à l'eau (m) au village de Yuraccachi.

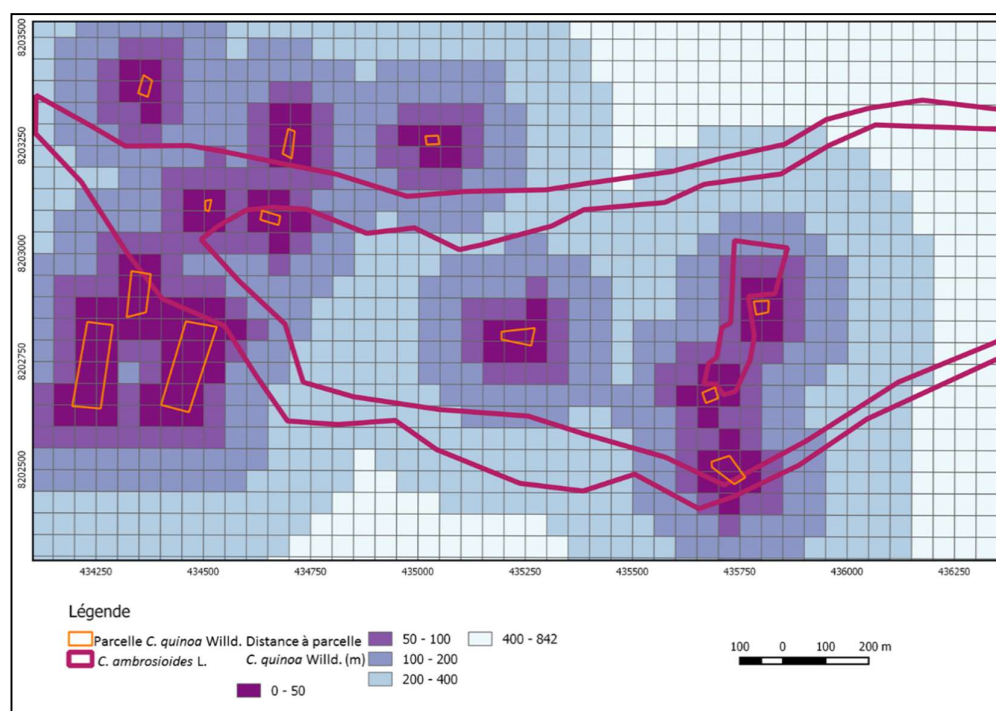


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à l'eau (m) au village de Yuraccachi.

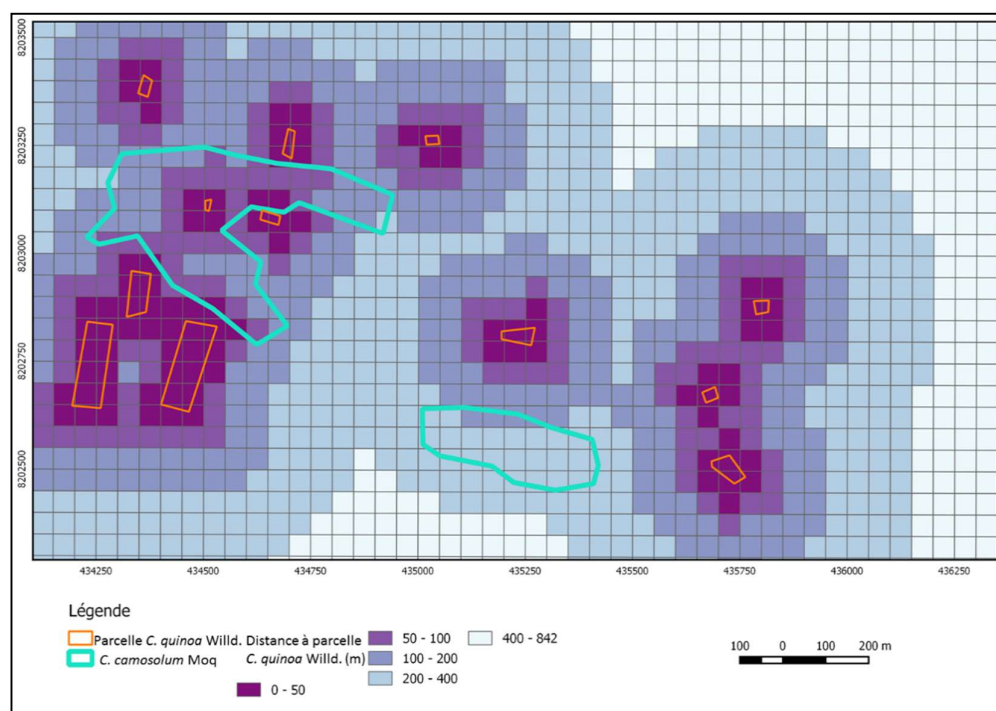


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à l'eau (m) au village de Yuraccachi.

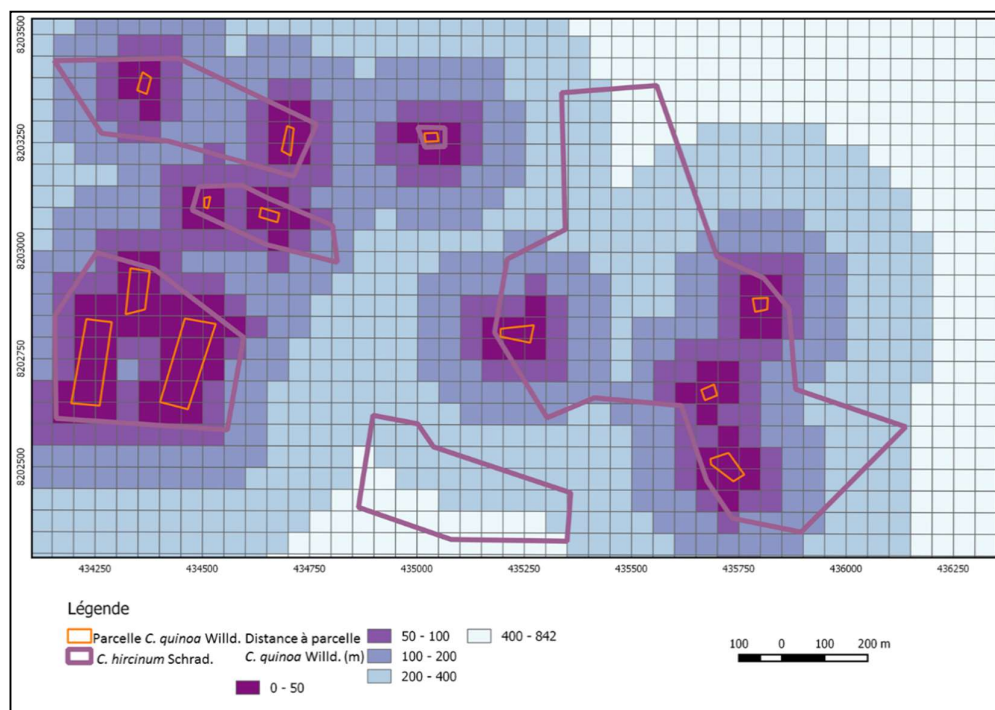
Yuraccachi : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles de *C. quinoa* Willd.



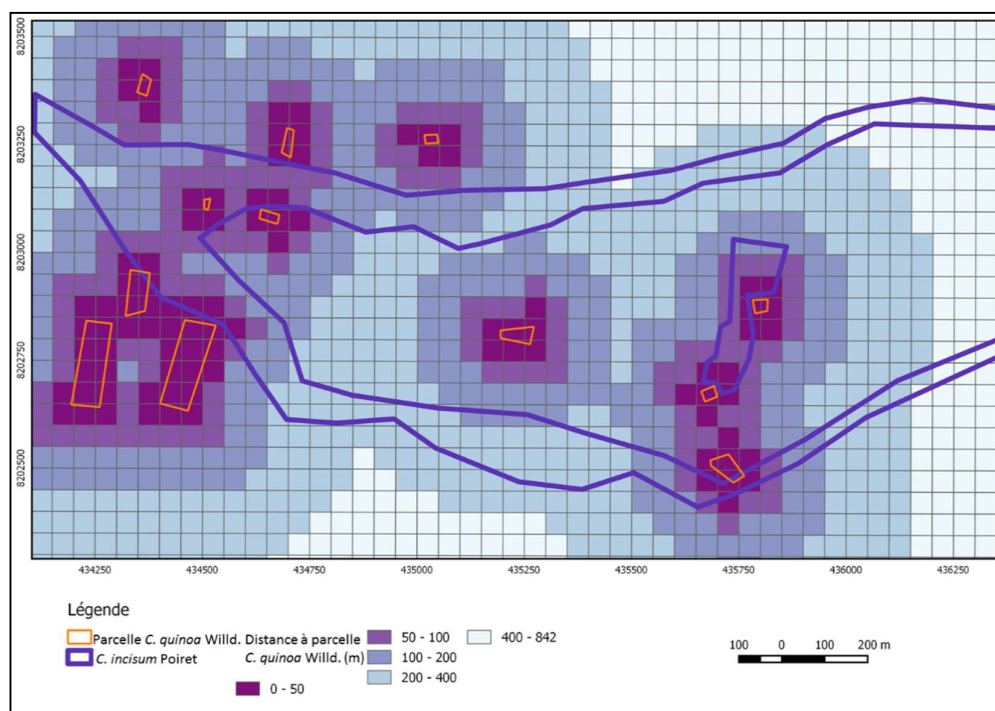
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Yuraccachi.



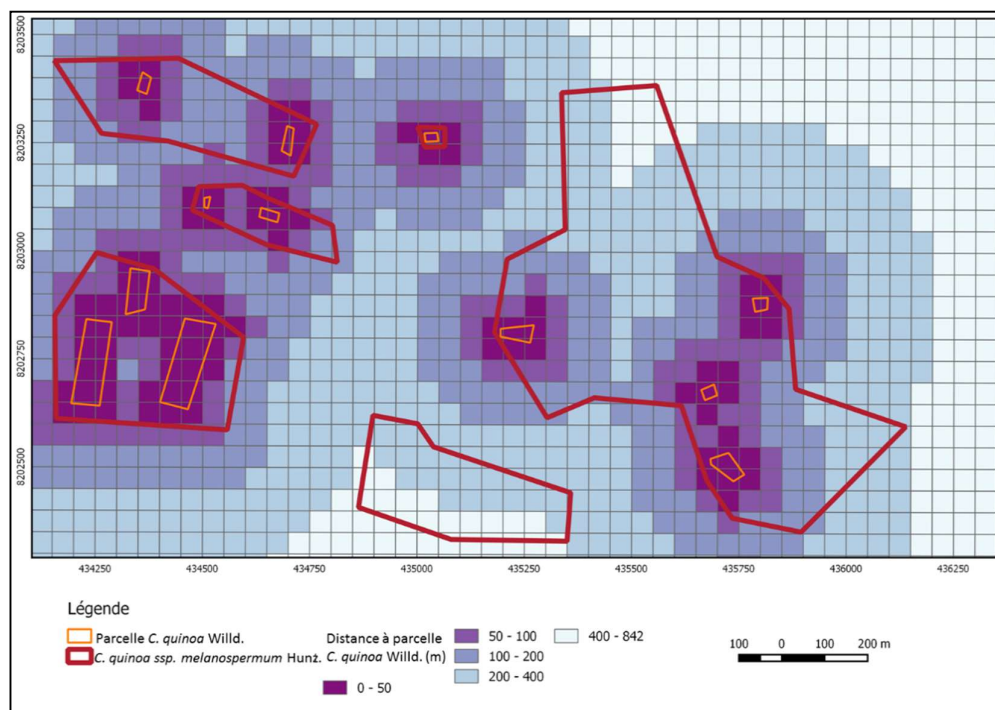
Présence perçue de *C. camosolum* Moq. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Yuraccachi.



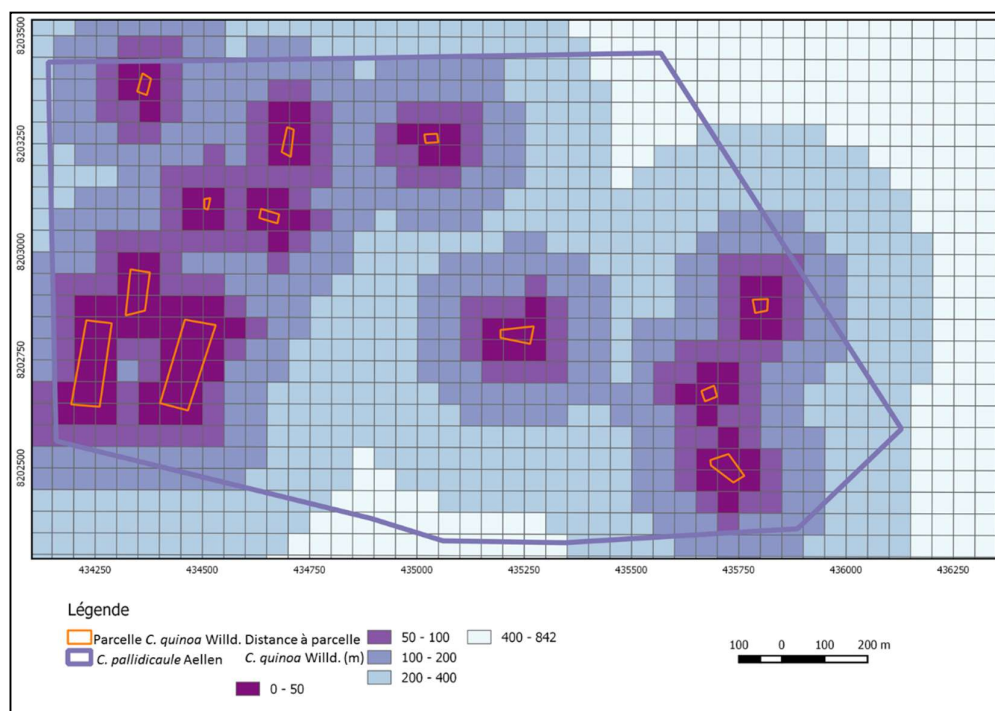
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Yuraccachi.



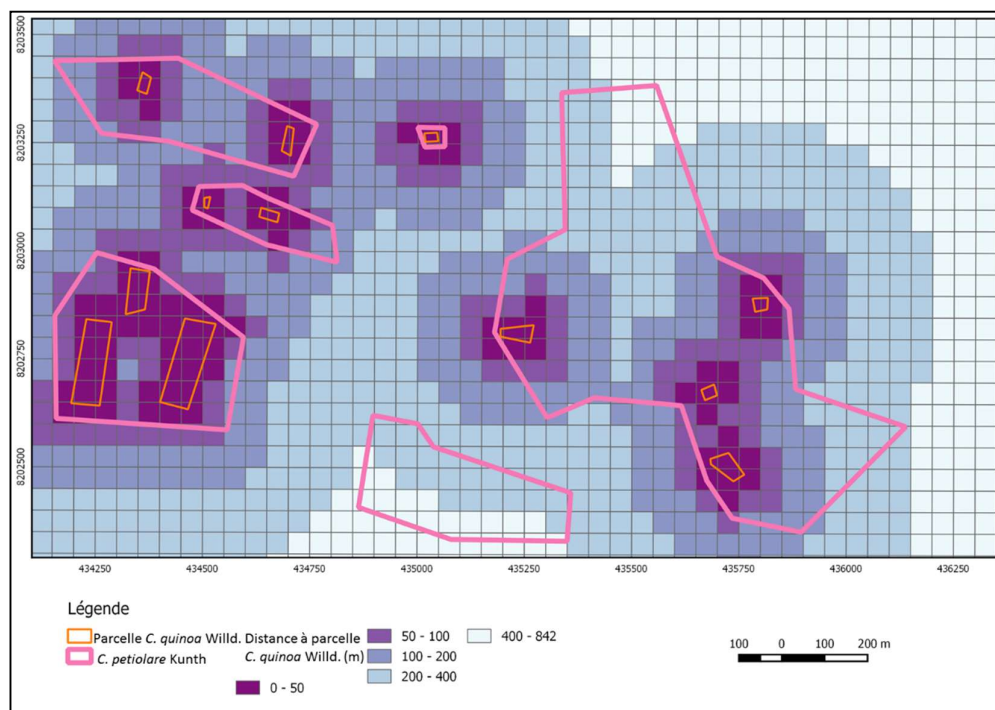
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Yuraccachi.



Présence perçue de *C. quinoa* ssp. *melanospermum* Hunz. et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Yuraccachi.

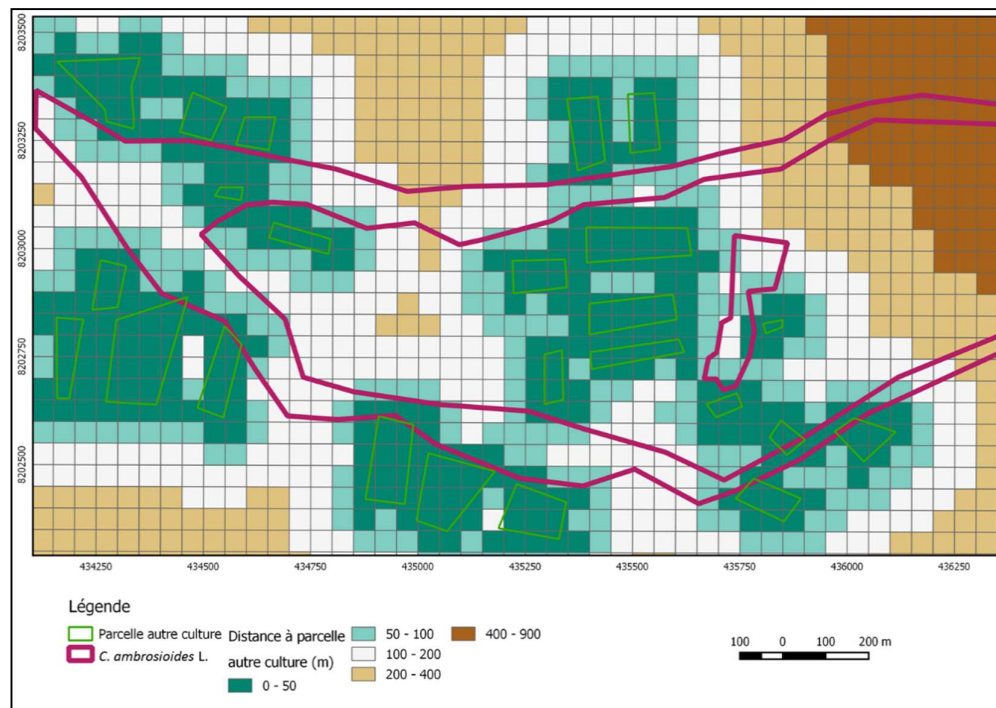


Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Yuraccachi.

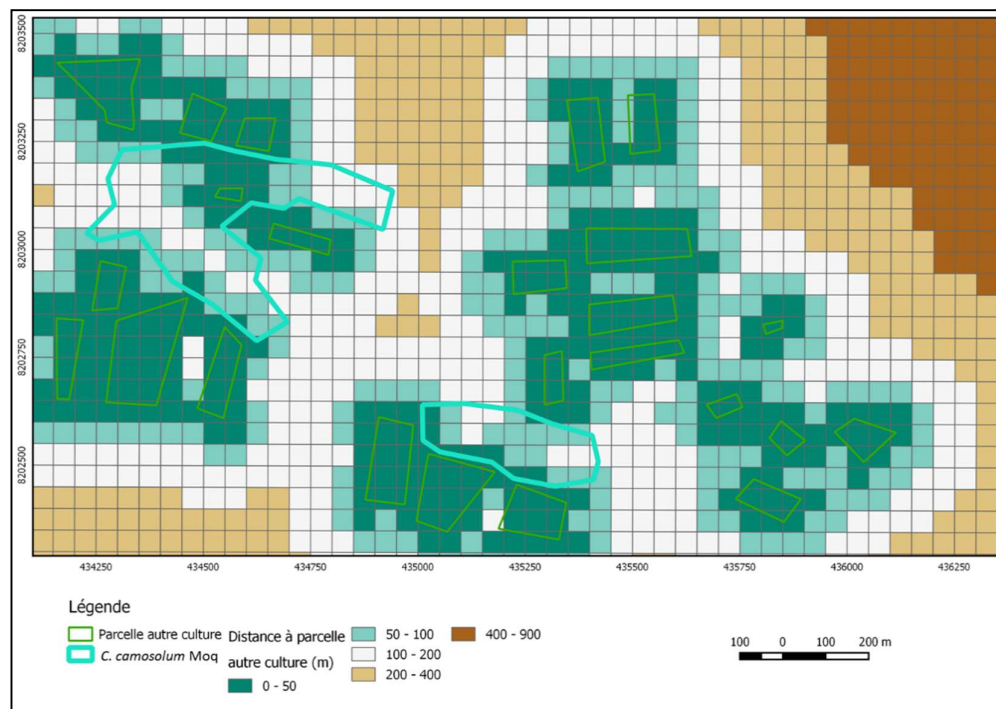


Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle *C. quinoa* Willd. (m) au village de Yuraccachi.

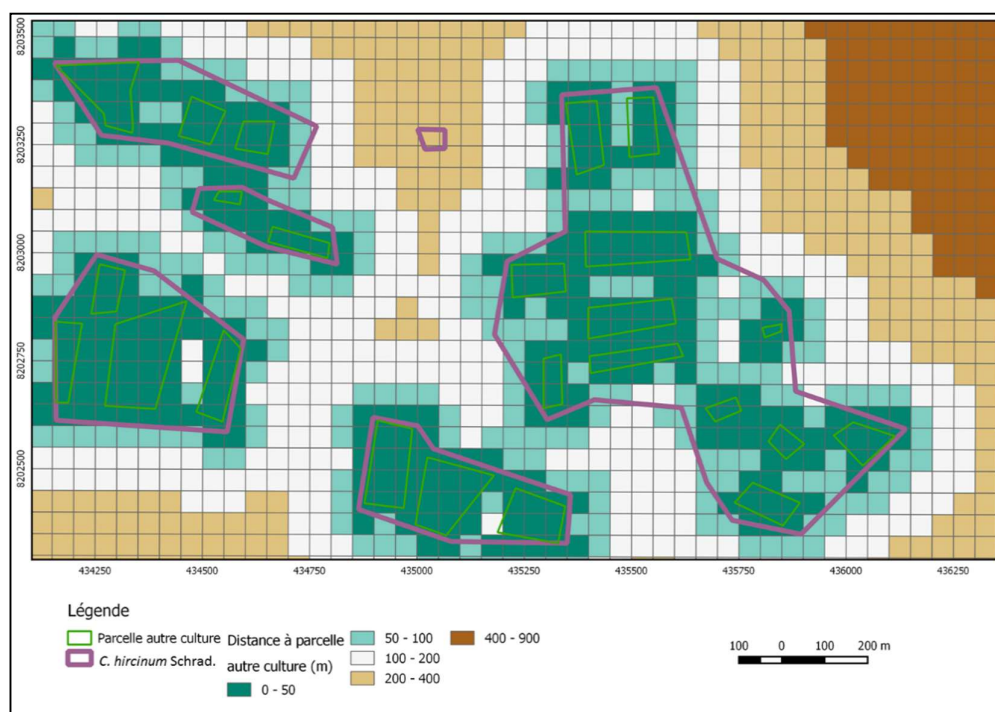
Yuraccachi : présence perçue par espèce en fonction de la distance aux parcelles d'autres cultures



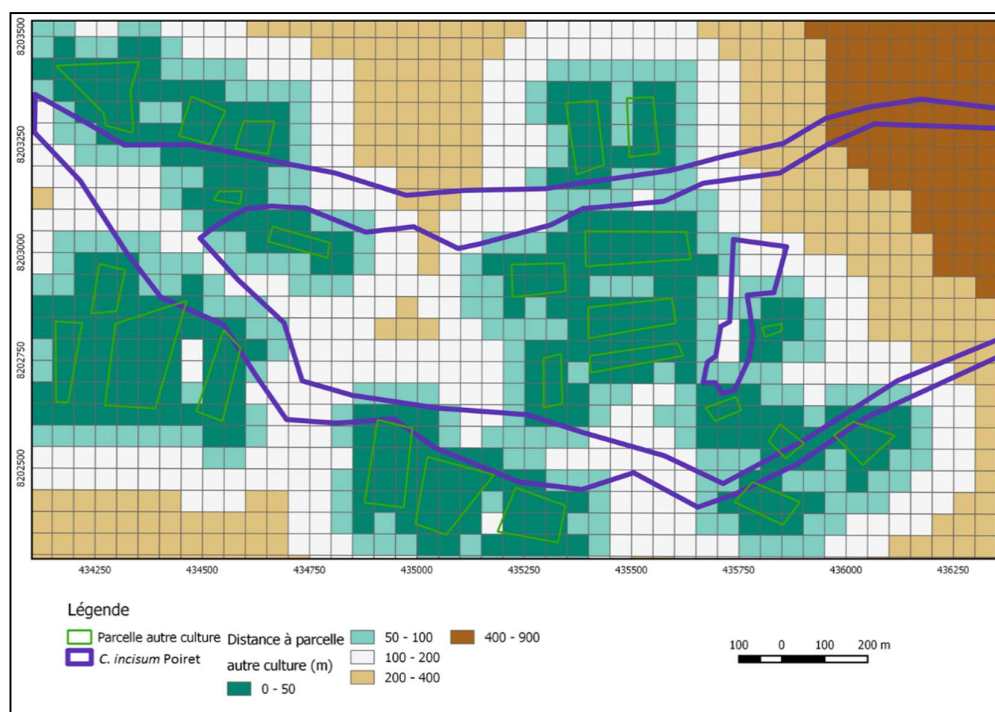
Présence perçue de *C. ambrosioides* L. et distance à parcelle autre culture (m) au village de Yuraccachi.



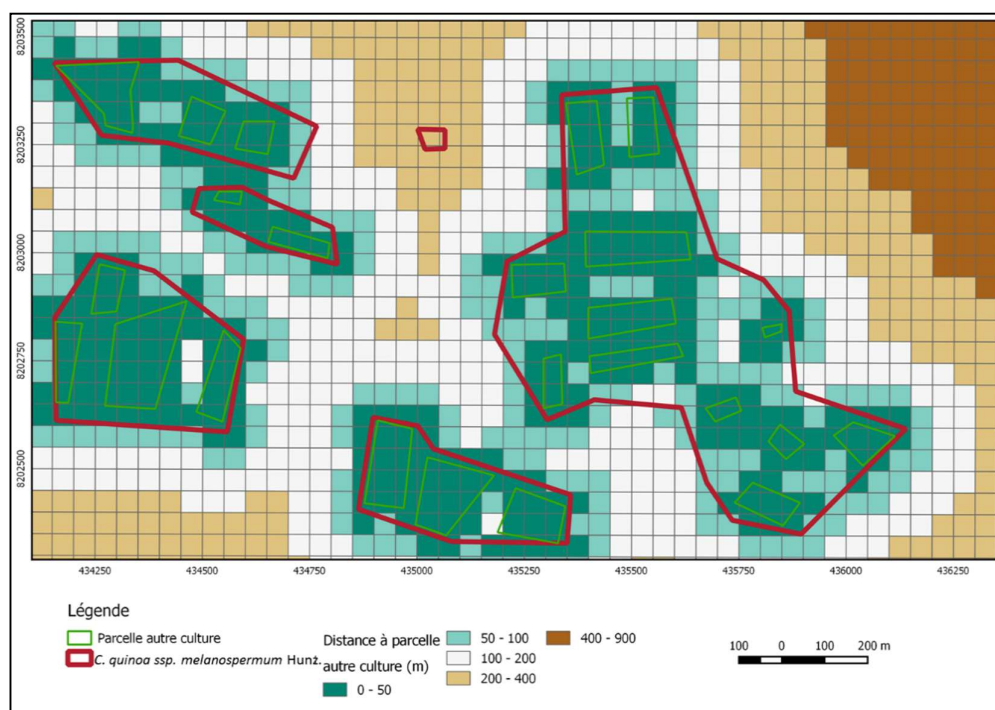
Présence perçue de *C. camosolum* Moq. et distance à parcelle autre culture (m) au village de Yuraccachi.



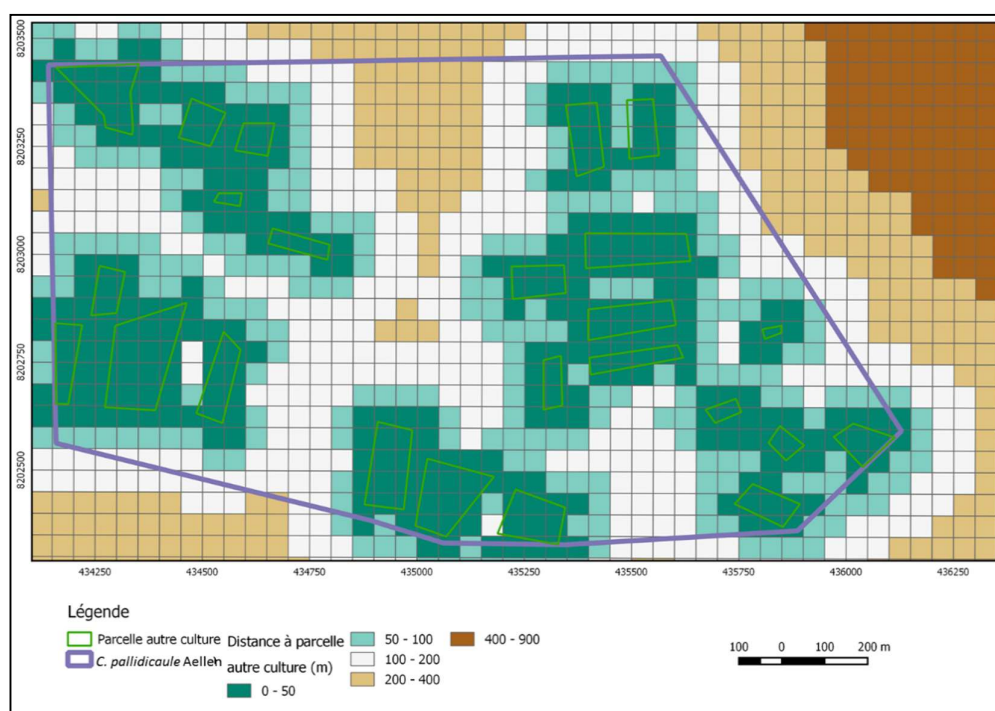
Présence perçue de *C. hircinum* Schrad. et distance à parcelle autre culture (m) au village de Yuraccachi.



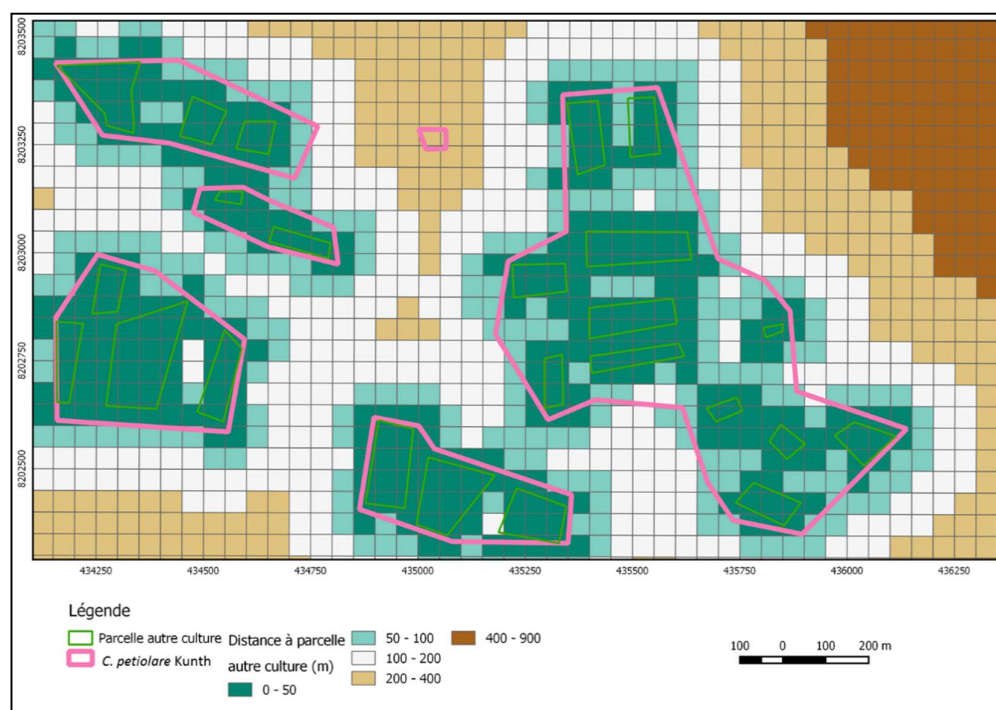
Présence perçue de *C. incisum* Poiret et distance à parcelle autre culture (m) au village de Yuraccachi.



Présence perçue de *C. quinoa ssp. melanospermum* Hunz. et distance à parcelle autre culture (m) au village de Yuraccachi.



Présence perçue de *C. pallidicaule* Aellen et distance à parcelle autre culture (m) au village de Yuraccachi.



Présence perçue de *C. petiolare* Kunth et distance à parcelle autre culture (m) au village de Yuraccachi.

Title

Distribution of quinoa crop wild relatives linked to practices and uses in Andean communities of the Puno region of Peru

Keywords

Chenopodium quinoa Willd., crop wild relatives, farming practices, biodiversity, *in situ*, Altiplano, Peru, participatory mapping, choremes.

Abstract

The lands around Lake Titicaca in the Andes are one of the world's leading centres of domestication for cultivated species and the centre of origin of quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. The greatest genetic diversity of cultivated quinoa and its wild relatives is concentrated there. These genetic resources are of great value in adapting quinoa to climate change. Quinoa farming in the Puno region is distributed along a North-South climate gradient with altitudinal differentiation. Our research studied Andean agro-ecosystems and focused on how practices that explain the distribution of quinoa crop wild relatives in relation to quinoa farming are managed. Biogeographical criteria were used to choose six villages for participatory mapping and ethnobotanical surveys. Chorematic models served to characterize socio-spatial dynamics linked to changes in quinoa growing before and after 1970. The distribution of wild relatives in natural and cultivated areas was found to depend on how the agro-ecosystem was socio-spatially organized. The dynamic management of wild species by farmers is nonetheless changing under pressure from global challenges. The historical perspective provided by choremes looks into the sustainability of farming practices for *in situ* dynamic conservation of agrobiodiversity. Developing projects involving quinoa crop wild relatives in farmed fields is a way of helping to introduce genes in cultivated plants, and of constructing a jointly managed gene pool.

Titre

Distribution des parents sauvages du quinoa cultivé en lien avec les pratiques et usages des communautés andines dans la région de Puno au Pérou

Mots-clés

Chenopodium quinoa Willd., parents sauvages, pratiques agricoles, biodiversité, *in situ*, Altiplano, Pérou, cartographie participative, chorèmes.

Résumé

Les abords du lac Titicaca dans les Andes sont l'un des principaux centres de domestication des espèces agricoles au monde et le centre d'origine du quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. Il s'y concentre la plus grande diversité génétique de quinoa cultivé et de ses parents sauvages. Ces ressources génétiques ont une grande valeur pour l'adaptation du quinoa au changement climatique. Au sein de la région de Puno, la culture du quinoa se distribue selon un gradient climatique nord-sud et une différenciation altitudinale. A travers l'étude des agroécosystèmes andins, notre recherche s'est focalisée sur la gestion des pratiques qui expliquent la distribution des parents sauvages en lien avec la culture du quinoa. Des cartographies participatives et des enquêtes ethnobotaniques ont été menées dans six villages choisis selon des critères biogéographiques. La modélisation chorématique a caractérisé les dynamiques socio-spatiales associées à l'évolution de la culture du quinoa, avant et après 1970. La distribution des parents sauvages, dans les espaces naturels et cultivés, est liée à l'organisation socio-spatiale de l'agroécosystème. Cette gestion dynamique des espèces faite par les agriculteurs est toutefois en train d'évoluer sous la pression d'enjeux globaux. La perspective historique permise par les chorèmes questionne la durabilité des pratiques agricoles pour une conservation *in situ* de l'agrobiodiversité. Le développement de projets associant la présence des parents sauvages dans le champ cultivé est un atout pour favoriser l'introduction de gènes du sauvage vers le cultivé, ainsi que pour construire un pool de gènes à gérer conjointement.